

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้
ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ปริญญานิพนธ์
ของ
ภัสสร สมเกียรติยศ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์

กรกฎาคม 2561

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้
ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ปริญญานิพนธ์
ของ
ภัสสร สมเกียรติยศ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์

กรกฎาคม 2561

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้
ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทคัดย่อ

ของ

ภัสสร สมเกียรติยศ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์

กรกฎาคม 2561

ภัสสร สมเกียรติยศ. (2561). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผล เพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ แขนงวิชาการทดสอบและวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญานิพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อิทธิพัทธ์ สุตันพรกุล.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ รายบุคคลและแบบกลุ่ม 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน และ 3) ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียน คณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 76 คน ผู้เรียนแต่ละห้องแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ 2) แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน จำนวน 30 ข้อ มีค่า ความยาก (p) ระหว่าง 0.20 – 0.61 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.22 – 0.70 และค่าความเชื่อมั่น (KR 20) เท่ากับ 0.76 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.47 – 0.60 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.56 และ ค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.87 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการ วิเคราะห์ตัวแปรพหุนามแบบสองทาง (Two way MANOVA) ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับ วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ได้รับ ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคลมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าแบบกลุ่ม 2) นักเรียนที่มีระดับความสามารถ ทางการเรียนแตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนกลุ่มสูงมีคะแนนเฉลี่ย สูงกว่ากลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ตามลำดับ 3) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและ ระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

EFFECTS OF FORMATIVE ASSESSMENT WITH INFORMATIVE FEEDBACK AND
LEARNING ABILITY LEVELS ON THE MATHEMATICS ACHIEVEMENT AND
MATHEMATICS CONNECTION ABILITIES OF TENTH GRADE STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
PATSORN SOMKIETTYOD

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Research and Development on Human Potentials
at Srinakharinwirot University

July 2018

Patsorn Somkiettiyod. (2018). *Effects of Formative Assessment with Informative Feedback and Learning Ability Levels on the Mathematics Achievement and Mathematics Connection Abilities of Tenth Grade Students*. Master's Thesis, M.Ed. (Research and Development on Human Potential: Educational Testing and Measurement). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Asst. Prof. Dr. Ittipa Suwathanpornkul.

The research objectives were as follows: 1) to compare mathematics achievement and mathematics connection abilities of students who received two types of informative feedback which were individual and group feedback; 2) to compare mathematics achievement and mathematics connection abilities of students who had high, moderate and low learning ability levels in mathematics; 3) to investigate the interaction between informative feedback and learning ability, which could influence the mathematics achievement and the mathematics connection abilities of students. The samples consisted of seventy-six tenth grade students and classified into three groups in terms of their learning ability in mathematics. The research instruments were as follows: (1) learning activity plans using formative assessment with informative feedback and feedback from both individual and group feedback; (2) mathematics achievement test with thirty items on relation and function, with a reliability of $KR_{20} = 0.76$, item difficulty at $p = 0.20 - 0.61$, discrimination power of $r = 0.22 - 0.70$; (3) mathematics connection abilities test with four items with a reliability of $\alpha = 0.87$, item difficulty at $p = 0.47 - 0.60$, discrimination power of $r = 0.20 - 0.56$. The data were analyzed using descriptive statistics and Two-Way MANOVA.

The research findings revealed the following: 1) The mathematics achievement and the mathematics connection abilities of students who received individual feedback were higher than those students who received group feedback at a statistically significant level of .05. 2) The mathematics achievement and the mathematics connection abilities of students, who had a high learning ability in mathematics and were better than those who were at a moderate and low learning ability in mathematics respectively, at a statistically significant level of .05. 3) There were interactions between informative feedback and mathematics learning ability on the mathematics achievement and the mathematics connection abilities at a statistically significant level of .05.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้
ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ของ

ภัสสร สมเกียรติยศ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
วันที่ กรกฎาคม พ.ศ. 2561

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษา ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สุธันนพรกุล) (รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวิจิต เขียวชนะ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สุธันนพรกุล)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตา ตูลย์เมธการ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดี เป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่า ให้ความรู้ ให้คำปรึกษาแนะนำ คอยช่วยเหลือ เอาใจใส่ดูแล ให้กำลังใจ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและประทับใจในความกรุณาของท่านอาจารย์เป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ชัยวิจิต เชียรชนะ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตา ตุลย์เมธากา เป็นอย่างสูงที่ให้ความกรุณาเป็นประธานและกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ในครั้งนี้ โดยให้ความกรุณาตรวจสอบ ปรับปรุง และให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงปริญญานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษาทุกท่านที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย ในการศึกษาตามหลักสูตรการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ (แขนงวิชาการ ทดสอบและวัดผลการศึกษา) ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการตรวจสอบเครื่องมือ ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงเครื่องมือในการทำปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการทุกฝ่าย หัวหน้าและครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคุณครูทุกท่าน ของโรงเรียนอุเทนพัฒนา อำเภอท่าอุเทน จังหวัด นครพนม ที่อำนวยความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูล และเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยเสมอมา และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ นิสิตสาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ (แขนง วิชาการทดสอบและวัดผลการศึกษา) ทุกคนที่เป็นที่ปรึกษาและให้กำลังใจกับผู้วิจัยมาโดยตลอด

และสุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่น้อง สมาชิกในครอบครัวทุกท่านที่คอย เป็นกำลังใจและสนับสนุนส่งเสริมการศึกษาอย่างดียิ่งจนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ อันพึงบังเกิดขึ้นจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็น
เครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ให้การอบรมสั่งสอน
ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

ภัสสร สมเกียรติยศ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายในการวิจัย.....	4
ความสำคัญในการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	8
สมมติฐานการวิจัย.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
แนวคิดเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา.....	11
แนวทางการดำเนินการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	11
ความหมายของการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา.....	13
ขั้นตอนของการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา.....	15
แนวคิดเกี่ยวกับข้อมูลย้อนกลับ.....	23
ความหมายของข้อมูลย้อนกลับ.....	23
รูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ.....	24
หลักการให้ข้อมูลย้อนกลับ.....	29
วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ.....	32
ผลดีของการให้ข้อมูลย้อนกลับ.....	36
ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับ.....	37
ความสัมพันธ์ระหว่างการวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนากับข้อมูล ย้อนกลับ.....	39

แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	41
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	41
พฤติกรรมกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย.....	42
ปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	44

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	46
ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	46
ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	46
ลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	48
การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	50
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	52
งานวิจัยในต่างประเทศ.....	52
งานวิจัยในประเทศ.....	55
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	63
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	63
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	65
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการหาคุณภาพของเครื่องมือ.....	65
การดำเนินการทดลอง.....	81
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	85
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	86
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	86
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	86
5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	100
สรุปผลการวิจัย.....	101
อภิปรายผลการวิจัย.....	102

ข้อเสนอแนะ.....	107
-----------------	-----

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม.....	109
ภาคผนวก.....	120
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ.....	121
ภาคผนวก ข คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	123
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง.....	132
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	151
ภาคผนวก จ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ที่เลือกเป็นนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง.....	162
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างการใช้แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล และแบบกลุ่ม.....	165
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	172

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แบบแผนการทดลอง.....	64
2 กรอบแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	67
3 แผนการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน.....	69
4 การวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน.....	74
5 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score).....	79
6 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา ด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ.....	82
7 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลัง เรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 จำแนกตามระดับความสามารถ ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	88
8 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อน เรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 จำแนกตามระดับ ความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	90
9 ค่าความสัมพันธ์รายคู่และค่าทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์....	92
10 ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของตัวแปรตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	93
11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามวิธีการให้ ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	94
12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและและความสามารถใน	

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม.....	97
---	----

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มี ระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน.....	98
14 การวิเคราะห์เปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถทางการเรียน คณิตศาสตร์และวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ต่อด้วยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	99
15 คุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผล เพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน.....	124
16 คุณภาพของแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้หลักการวัดและประเมินผล เพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ.....	126
17 การคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างเนื้อหา ระดับพฤติกรรมและ จุดประสงค์ที่ต้องการวัด.....	127
18 ระดับค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (KR 20) ขอแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	129
19 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	131
20 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (α) ของ แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	131
21 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์ พื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของ นักเรียนกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม.....	163
22 ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ ของผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ.....	164

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	9
2 7 กลยุทธ์ของการประเมินเพื่อการเรียนรู้.....	17
3 รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับส่งเสริมการเรียนรู้.....	18
4 รูปแบบการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาที่มีประสิทธิภาพ.....	19
5 แบบฟอร์มดาวและชั้นบันได.....	37
6 แบบฟอร์มการประเมินการสนทนา.....	38
7 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับกับระดับความสามารถทางการเรียน คณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	95
8 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับกับระดับความสามารถทางการเรียน คณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์....	96

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การวัดและประเมินผลแต่เดิมนั้นจะถูกนำมาใช้เพียงเพื่อ “การตัดสินผล” เป็นหลัก อันนำมาซึ่งความรู้สึกในทางลบของผู้เรียนต่อการวัดและประเมินผลที่เป็นเหมือน “การตรวจสอบและตัดสิน” มากกว่าจะเป็นกระบวนการพัฒนาผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความวิตกกังวล และขาดแรงจูงใจในการเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาที่ผลการประเมินการเรียนรู้ออกมาไม่ดี ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกว่าตนเองไม่มีความสามารถในการที่จะเรียนวิชานั้นได้ หรือในบางครั้งบางคราว ครูผู้ประเมินขาดการเสริมแรงทางบวก ก็ส่งผลทำให้ผู้เรียนรับรู้ความสามารถของตนเองในระดับต่ำกว่าความเป็นจริง ดังนั้น การวัดประเมินผลจึงควรเป็นการประเมินเพื่อการเรียนรู้โดยเป็นสิ่งที่เกื้อหนุนให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองขึ้น ไม่ใช่เป็นเพียงการตัดสินผลการเรียนของนักเรียนเท่านั้น (ไตรรงค์ เจนการ. 2550: 1) ในปัจจุบันจึงมีความตระหนักในคุณค่าของการวัดและประเมินผลที่มีต่อการพัฒนาทั้งตัวผู้เรียน ผู้สอน และการจัดการศึกษาในภาพรวม ซึ่งการที่จะทำให้เกิดคุณค่าดังกล่าวได้นั้นจะต้องอาศัยการปรับเปลี่ยนกระบวนการทัศนทางการวัดและประเมินผลเป็นอย่างมาก โดยมองการวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการที่ผสมผสานเป็นเนื้อเดียวกับกระบวนการเรียนรู้ ที่มีเป้าหมายสูงสุดเพื่อ “พัฒนาการเรียนรู้” มิใช่เพียง “ตรวจสอบการเรียนรู้” การปรับเปลี่ยนกระบวนการทัศนดังกล่าวจึงเป็นการให้ความสำคัญอย่างยิ่งกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนการสอนหรือการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา (Formative Assessment) ร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Informative Feedback) (ศิริเดช สุชีวะ. 2546: 53) เป็นการประเมินผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นไปที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ และใช้การวัดและประเมินผลเป็นสิ่งที่ขับเคลื่อนในกระบวนการจัดการเรียนรู้ และสิ่งที่เป็พลังขับเคลื่อนการเรียนรู้ของผู้เรียน คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ที่นำมาใช้ในชั้นเรียนแทนการประเมินเพื่อตรวจสอบการเรียนรู้ และการให้ข้อมูลย้อนกลับมีอิทธิพลที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการเรียนรู้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. 2560: 1-2)

การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนเป็นองค์ประกอบสำคัญของการประเมินเพื่อการพัฒนาหรือการประเมินระหว่างเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบแล้ว จะทำให้นักเรียนทราบผลการกระทำของตนเองว่าถูกหรือผิด หากตอบถูกการให้ข้อมูลย้อนกลับก็จะเป็นการให้กำลังใจและเสริมแรงทางบวกเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ขึ้นไปอีก หรือหากตอบผิดการให้ข้อมูลย้อนกลับก็จะทำให้นักเรียนทราบข้อบกพร่องของตนเองและแก้ไขข้อบกพร่องนั้น ๆ นำไปสู่การพัฒนาการเรียนรู้ ซึ่งฟลักกีเกอร์และคณะ (Fluckiger; et al. 2010: 136) ได้ศึกษาถึงการให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างการเรียนการสอนโดยที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินแล้วนำไปสู่การสร้างการเรียนรู้ พบว่าการได้รับข้อมูลย้อนกลับในระหว่างการเรียน

การสอนโดยเพื่อนและโดยครูผู้สอน สามารถช่วยในการขยายการเรียนรู้และแรงจูงใจของนักเรียน และสอดคล้องกับสตรอว์บริดจ์ (Strowbridge. 2008: 106) ที่พบว่า การวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาแบบให้ข้อมูลย้อนกลับมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่าการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาแบบทั่วไป โดยเฟย์และฟิชเชอร์ ปรับปรุงจากแฮทตี้ และทิมเพอร์เลย์ (Frey; & Fisher. 2011; citing Hattie; & Timperley. 2007) ได้เสนอรูปแบบการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาที่มีประสิทธิภาพและการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ดีแก่นักเรียน มีองค์ประกอบ 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียน (Feed up) โดยแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และการประเมินที่ชัดเจนเพื่อให้ นักเรียนเห็นคุณค่าในการเรียนรู้และการประเมิน ทำให้ครูมั่นใจได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจจุดประสงค์การเรียนรู้ ความคิดรวบยอด ภาระงาน และการประเมินผล ขั้นที่ 2 การตรวจสอบความเข้าใจเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (Checking for understanding) โดยการพูด ตอบคำถาม การนำเสนอ การเขียน ฯลฯ ขั้นที่ 3 การให้ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับความสำเร็จและสิ่งที่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาหรือปรับปรุงแก้ไขแก่นักเรียน (Feedback) และขั้นที่ 4 การให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางบนพื้นฐานของข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดพัฒนาการเรียนรู้ที่สูงขึ้น (Feed forward) และการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพจะนำไปสู่เป้าหมายของการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นสิ่งสำคัญในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560: 1) การจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพจึงเป็นจุดหมายสำคัญประการหนึ่งของการศึกษาไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระแสการปฏิรูปการศึกษาในปัจจุบันที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพของตนเอง (อัมพร ม้าคอง. 2546: คำนำ) แต่การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมายังมีปัญหาอยู่มากและไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ผู้เรียนจำนวนไม่น้อยเกิดความเบื่อหน่ายการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ. 2544: 1) และโดยส่วนใหญ่การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จะมีการวัดและประเมินผลด้วยการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพียงอย่างเดียว ซึ่งการวัดและประเมินผลเช่นนี้จะทำให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสพัฒนาตนเองในการเรียนรู้ และไม่มี การเก็บข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียนมาใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงทั้งตัวผู้เรียนและครูผู้สอน ผู้สอนมักจะให้ผลการประเมินว่าถูกหรือผิด โดยไม่มีการบอกให้ผู้เรียนรู้ว่าเพราะอะไรจึงผิด เพราะอะไรจึงถูก และอาจส่งผลให้ผู้เรียนไม่มีแรงจูงใจในการเรียน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ทั้งที่ผู้เรียนหลายคนอาจจะมี ความสามารถทางคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี โดยเฉพาะผู้เรียนซึ่งมีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน ก็จะมีวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้เรียนที่มีความสามารถ

ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ อาจถูกจำกัดการเรียนรู้ เพียงแค่ว่าถูกหรือผิด โดยไม่มีโอกาสรู้ว่า เพราะอะไรจึงผิด เพราะอะไรจึงถูก ไม่รู้ข้อบกพร่องของตนเอง และไม่มีโอกาสแก้ไขข้อบกพร่อง นั้น ๆ ครูมุ่งแต่ตัดสินโดยไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาตนเอง ทำให้ผู้เรียนเหล่านี้ไม่ชอบเรียน คณิตศาสตร์ และไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปสู่เนื้อหาที่สูงขึ้นไปได้ ซึ่ง ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้น เป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ทักษะหนึ่งในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นทักษะที่จะทำให้ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful Learning) ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ คณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดีขึ้น เห็นความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังช่วย ให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ลึกซึ้งและยาวนาน สามารถสร้างความเข้าใจในเนื้อหาเดิมได้ดี ขึ้น และช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ในลักษณะที่เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหา เชื่อมโยงเนื้อหาเดิมสู่ เนื้อหาใหม่นำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น (อัมพร ม้าคะนอง. 2553: 60)

ในต่างประเทศได้มีการนำข้อมูลย้อนกลับมาใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควบคู่ กับการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบ ทันทีและการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบล่าช้าด้วยแบบทดสอบและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Epstein; Epstein; & Brosvic. 2001: 889-894; Jaehing. 2007: 219-232) การให้ข้อมูลย้อนกลับ เชิงอธิบาย (Barry. 2008: Abstract) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบเน้นเกรดและเน้นกระบวนการ (Harsk; et al. 2014: 269) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบเน้นผลลัพธ์และกลยุทธ์ (Emily; et al. 2014: 1) เป็นต้น รวมทั้งการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ (Fluckiger; et al. 2010: 136) และในประเทศไทยได้มีการนำข้อมูลย้อนกลับมาใช้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยวิธีการให้แก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคล (สุกัญญา นิমানันท์. 2533: 22-28; พรศรี ลีทวีกุลสมบูรณ์. 2539: 60-70; พรพิมล รอดเคราะห์. 2550: 57-63 และอนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม. 2555: 108-119) โดยใช้รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความสามารถในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังมีการใช้ข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบอื่น ๆ เพื่อพัฒนางาน เขียน เช่น การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อน (ฟาสีชะห์ อาแว. 2555: 150-165) หรือการให้ข้อมูล ย้อนกลับพร้อมกับสร้างเกณฑ์การให้คะแนนในงานศิลปะ (ดาวเรือง ลุ่มทอง. 2553: 130-143) แบบ รายบุคคล และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม ซึ่งได้รับหลังจากการทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลหรือสังเกตพฤติกรรมจากผู้เรียนทั้งห้อง แล้วให้ข้อมูลย้อนกลับพร้อมกันทั้ง ชั้นเรียน (ศุภลักษณ์ ครุฑทรง. 2555: 129-135; นันทิกา นาคนายา. 2546: 100-108) ส่งผลต่อ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถทางการเชื่อมโยง และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ รวมทั้งมี การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนกับรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ (สุชาดา โรจนาศัย. 2548: 108-115; อนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม. 2550: 108-119) แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่มี ระดับความสามารถแตกต่างกันเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับผู้เรียน จะสามารถทำให้ผู้เรียนใช้ข้อมูลย้อนกลับในการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องและพัฒนาตนเองได้เต็ม ตามศักยภาพของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับส่วนใหญ่เป็นการให้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นไปได้ยากที่จะทำให้เกิดขึ้นในทุก ๆ ห้องเรียน และถึงแม้บางห้องเรียนจะมีการให้ข้อมูลย้อนกลับจากการตรวจแบบฝึกหัด ตรวจการบ้าน หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับพร้อมกันทั้งชั้นเรียน หลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แต่ก็ยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร อาจเป็นเพราะขาดแนวทางหรือขั้นตอนการปฏิบัติที่ชัดเจน และโดยทั่วไปวิธีที่ใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับมี 2 วิธี คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นรายบุคคล และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม ซึ่งทั้งสองวิธีล้วนแล้วแต่ส่งผลต่อผู้เรียนในทางที่ดี การเลือกวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นการจะทำให้การให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งถือเป็นหัวใจของการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาเกิดขึ้นได้กับห้องเรียนทุกห้องเรียนอย่างมีประสิทธิภาพจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ผู้วิจัยจึงสนใจนำแนวคิดการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพของเฟย์และฟิชเชอร์ ปรับปรุงจากแฮตตี และทิมเพอร์เล (Frey; & Fisher. 2011; citing Hattie; & Timperley. 2007) มาใช้ควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ 2 วิธี ได้แก่ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แล้วเปรียบเทียบว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันที่ได้รับวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไร รวมทั้งอาจเป็นประโยชน์ต่อครูหรือบุคลากรทางการศึกษาทั่วไปที่สนใจนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนได้ถูกต้องและเหมาะสม และทำให้ทราบวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ตามหลักการและแนวคิดของการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน
3. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้แนวทางในการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ และทำให้ทราบวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อให้ครูหรือบุคลากรทางการศึกษาทั่วไปที่สนใจได้นำไปปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมนักเรียนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ โดยนำผลการประเมินและข้อมูลย้อนกลับที่ได้รับไปใช้ในการส่งเสริมสนับสนุนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยที่มุ่งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันที่ได้รับวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 22 จังหวัดนครพนม - มุกดาหาร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวนทั้งสิ้น 6,720 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนอนุเทพพัฒนา อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22 ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 76 คน ผู้เรียนแต่ละห้องแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variables)

1.1 วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ แบ่งเป็น

1.1.1 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล

1.1.2 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม

1.2 ระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น

1.2.1 ระดับสูง

1.2.2 ระดับปานกลาง

1.2.3 ระดับต่ำ

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.2 ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ใช้เวลาในการทดลอง 18 ชั่วโมง โดยแนะนำการเรียนและทดสอบก่อนเรียน 2 ชั่วโมง ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน 14 ชั่วโมง และทดสอบหลังเรียน 2 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ หมายถึง กระบวนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่ดำเนินการควบคู่ไปพร้อมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมุ่งเน้นประเมินผู้เรียนอย่างต่อเนื่องตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อประเมินความเข้าใจ และความสามารถของผู้เรียน ตลอดจน จุดเด่น จุดด้อย แล้วให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแก้ไขข้อบกพร่องและพัฒนาตนเอง

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอนที่มีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

2.1 ขั้นตอนการกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียน (Feed up) เป็นขั้นตอนที่เตรียมความพร้อมให้กับนักเรียน โดยสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน ทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะเรียน รวมถึงแจ้งเป้าหมายหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

2.2 ขั้นตอนการตรวจสอบความเข้าใจเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (Checking for understanding) ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน โดยสังเกตจากการสนทนา การตอบคำถาม การนำเสนอ หรือทำแบบฝึกหัด

2.3 ขั้นตอนการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับความสำเร็จ และสิ่งที่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาหรือปรับปรุงแก้ไขแก่นักเรียน

2.4 ขั้นให้คำแนะนำ ซึ่งแนะแนวทางบนพื้นฐานของข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดพัฒนาการเรียนที่สูงขึ้น (Feed forward) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

3. วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ หมายถึง กระบวนการให้ข้อมูลย้อนกลับจากครูผู้สอน มี 2 วิธี ดังนี้

3.1 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล หมายถึง การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคล มีความเฉพาะเจาะจงในการทำแบบฝึกหัดในแต่ละข้อ โดยบอกผลของการกระทำของผู้เรียนว่าถูกหรือผิด พร้อมทั้งอธิบายว่าทำไมคำตอบจึงถูกและทำไมคำตอบจึงผิด ยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงให้ผู้เรียนสังเกตและเรียนรู้ข้อผิดพลาด รวมถึงให้ข้อมูลย้อนกลับสรุปภาพรวมของการทำแบบฝึกหัดโดยบอกสิ่งที่ผู้เรียนทำได้ดีแล้ว และบอกถึงแนวทางที่ผู้เรียนจะต้องทำต่อไปเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้

3.2 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม หมายถึง การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนทั้งชั้นเรียน โดยการรวบรวมข้อผิดพลาดและสิ่งที่นักเรียนทำได้ดีแล้วจากการทำแบบฝึกหัดของผู้เรียนแต่ละคนและจัดกลุ่มข้อมูลนั้นไว้ แล้วครูผู้สอนแสดงตัวอย่างที่ผิดพลาดให้ผู้เรียนทั้งชั้นเรียนเห็นพร้อมกัน และผู้เรียนร่วมกันทั้งชั้นเรียนวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อผิดพลาด และหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง รวมถึงบอกสิ่งที่นักเรียนทำได้ดีแล้ว และแนวทางที่นักเรียนจะต้องทำต่อไปเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยจะทำการทดสอบหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลงแล้ว และวัดให้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นี้สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ของวิลสัน 4 ระดับ ดังนี้

4.1 ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) ประกอบด้วยความรู้ ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และความสามารถในการคิดคำนวณ ตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มา

4.2 ความเข้าใจ (Comprehension) ประกอบด้วย ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติหลักการ กฎ การสรุปอ้างอิง และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง การติดตามหาเหตุผล การอ่านและตีความโจทย์ปัญหา

4.3 การนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่คล้ายคลึงกับที่เรียนมา ตลอดจนความสามารถในการเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ข้อมูล และการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนและสมมาตรกัน

4.4 การวิเคราะห์ (Analysis) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างแต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาที่เรียน และความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์โดยการจัดการส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ และหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาสัมพันธ์กับความรู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาและแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำลังเผชิญได้อย่างถูกต้อง ซึ่งวัดได้จากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 4 ข้อ โดยจะทำการทดสอบหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลงแล้ว และวัดให้ครอบคลุม 3 ด้าน ดังนี้

5.1 ความสามารถของนักเรียนในการระบุถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.2 ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.3 ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงแนวทางการแก้ปัญหาสู่วิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง

6. ระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในกลุ่มสาระวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานที่ได้จากผลการเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยกำหนดระดับผลการเรียนดังนี้

6.1 นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับสูง หมายถึง นักเรียนที่มีผลการเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ในกลุ่มสาระวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ตั้งแต่ร้อยละ 75.00 ขึ้นไป

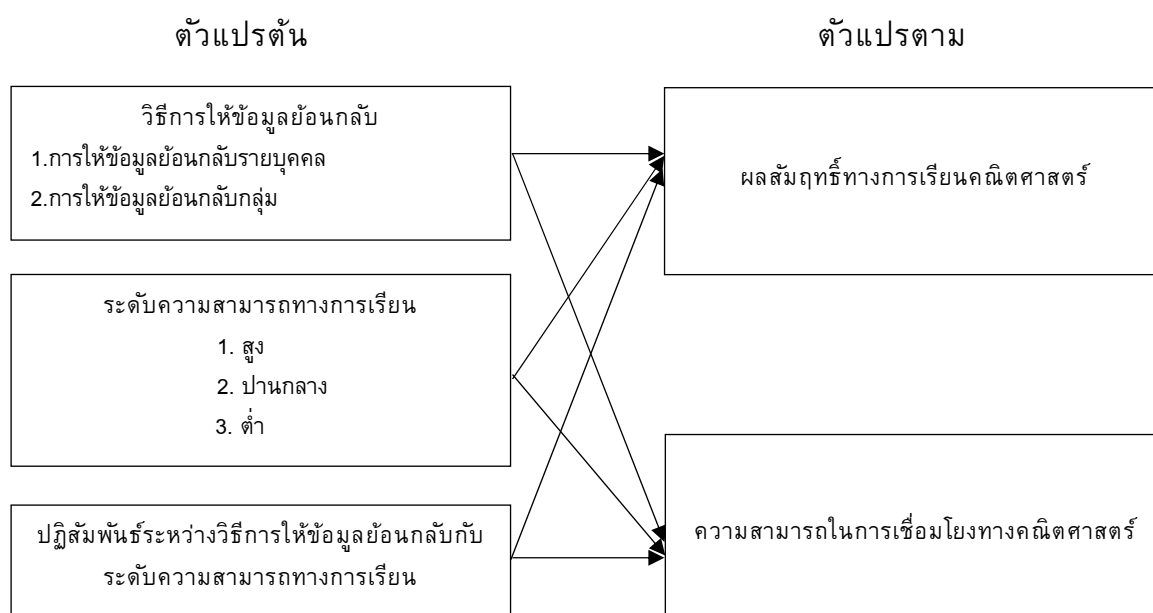
6.2 นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง หมายถึง นักเรียนที่มีผลการเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ในกลุ่มสาระวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ตั้งแต่ร้อยละ 60.00 – 74.99

6.3 นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับต่ำ หมายถึง นักเรียนที่มีผลการเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ในกลุ่มสาระวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ต่ำกว่าร้อยละ 60.00

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพของเพย์และฟิชเชอร์ ปรับปรุงจากแฮตตี และทิมเพอร์เลย์ (Frey; & Fisher. 2011; citing Hattie; & Timperley. 2007) มาใช้ควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ 2 วิธี ได้แก่ การให้ข้อมูลย้อนกลับรายบุคคล (สกุญญา นิมานันท์. 2533: 22-28; พรศรี ลีทวีกุลสมบุรณ์. 2539: 60-70; สุชาดา โรจนาศัย. 2548:

108-115; พรพิมล รอดเคราะห์. 2550: 57-63 และอนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม. 2555: 108-119) และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม (Fluckiger; et al. 2010: 136; ศุภลักษณ์ ครุฑทรง. 2555: 129-135; นันทิกา นาคนายา. 2546: 100-108) เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้จุดเด่น จุดด้อย และหาแนวทางแก้ไขข้อบกพร่องของตนเอง ตลอดจนบอกถึงสิ่งที่นักเรียนจะต้องทำต่อไปในอนาคตเพื่อจะได้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ และนำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ รวมถึงศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (สุชาติ ไรจนาศัย. 2548: 108-115; อนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม. 2550: 108-119) ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน
3. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา
 - 1.1 แนวทางการดำเนินการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 1.2 ความหมายของการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา
 - 1.3 ขั้นตอนของการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา
2. แนวคิดเกี่ยวกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ
 - 2.1 ความหมายของข้อมูลย้อนกลับ
 - 2.2 รูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ
 - 2.3 หลักการให้ข้อมูลย้อนกลับ
 - 2.4 วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ
 - 2.5 ผลดีของการให้ข้อมูลย้อนกลับ
 - 2.6 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับ
 - 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างการวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนากับข้อมูลย้อนกลับ
3. แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 3.2 พฤติกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย
 - 3.3 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
4. แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 4.2 ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 4.3 ลักษณะความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 4.4 การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยในประเทศ

1. แนวคิดเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา

1.1 แนวทางการดำเนินการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

การวัดและประเมินผลการศึกษา นับเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการศึกษา ทั้งในระดับห้องเรียน ระดับสถานศึกษา และระดับชาติ แต่ละระดับมีหน้าที่รับผิดชอบดังระบุไว้ในแนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 องค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของการวัดและประเมินผลคือ ครูผู้สอน ซึ่งเป็นผู้ทำให้การวัดและประเมินผลการศึกษาบรรลุเป้าหมายที่แท้จริง นั่นคือ การประเมินเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียน

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องอยู่บนจุดมุ่งหมายพื้นฐานสองประการ ประการแรก คือ การวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนาผู้เรียน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลการเรียนและการเรียนรู้ของผู้เรียนในระหว่างการเรียนรู้การสอนอย่างต่อเนื่อง บันทึก วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล แล้วนำมาใช้ในการส่งเสริมหรือปรับปรุงแก้ไขการเรียนรู้ของผู้เรียนและการสอนของครู การวัดและประเมินผลกับการสอนจึงเป็นเรื่องที่สัมพันธ์กัน หากขาดสิ่งหนึ่งสิ่งใด การเรียนการสอนก็ขาดประสิทธิภาพ การประเมินระหว่างการเรียนรู้การสอนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ เช่นนี้เป็นการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา (Formative Assessment) ที่เกิดขึ้นในห้องเรียนทุกวัน เป็นการประเมินเพื่อให้รู้จุดเด่น จุดที่ต้องปรับปรุง จึงเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการพัฒนา ในการเก็บข้อมูล ผู้สอนต้องใช้วิธีการและเครื่องมือการประเมินที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การซักถาม การระดมความคิดเห็นเพื่อให้ได้มิติข้อสรุปของประเด็นที่กำหนด การใช้แฟ้มสะสมงาน การใช้ภาระงานที่เน้นการปฏิบัติ การประเมินความรู้เดิม การให้ผู้เรียนประเมินตนเอง การให้เพื่อนประเมินเพื่อน และการใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics) สิ่งสำคัญที่สุดในการประเมินเพื่อพัฒนา คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนในลักษณะคำแนะนำที่เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ทำให้การเรียนรู้ พอกพูน แก้ไขความคิด ความเข้าใจเดิมที่ไม่ถูกต้อง ตลอดจนการให้ผู้เรียนสามารถตั้งเป้าหมายและพัฒนาตนเองได้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2554: 2)

จุดมุ่งหมายประการที่สอง คือ การวัดและประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียน เป็นการประเมินสรุปผลการเรียนรู้ (Summative Assessment) ซึ่งมีหลายระดับ ได้แก่ เมื่อเรียนจบหน่วย การเรียน จบรายวิชาเพื่อตัดสินให้คะแนน หรือให้ระดับผลการเรียน ให้การรับรองความรู้ความสามารถของผู้เรียนว่าผ่านรายวิชาหรือไม่ ควรได้รับการเลื่อนชั้นหรือไม่ หรือสามารถจบหลักสูตรหรือไม่ ในการประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียนที่ดีต้องให้อโอกาสผู้เรียนแสดงความรู้ความสามารถด้วยวิธีการที่หลากหลายและพิจารณาตัดสินบนพื้นฐานของเกณฑ์ผลการปฏิบัติมากกว่าใช้เปรียบเทียบระหว่างผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2554: 2)

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดระดับของการดำเนินงานไว้เป็น 4 ระดับ คือ การวัดและประเมินระดับชั้น

เรียน การวัดและประเมินระดับสถานศึกษา การวัดและประเมินระดับเขตพื้นที่การศึกษา การวัดและประเมินระดับชาติ ระดับที่มีความเกี่ยวข้องกับผู้สอนมากที่สุด และเป็นหัวใจของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ผู้เรียน คือ การวัดและประเมินผลระดับชั้นเรียน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2554: 81)

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในชั้นเรียน (Classroom Assessment) หมายถึง กระบวนการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ ตีความ บันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ โดยการดำเนินการดังกล่าวเกิดขึ้นตลอดระยะเวลาของการจัดการเรียนการสอน นับตั้งแต่ก่อนการเรียนการสอน ระหว่างการเรียนการสอน และหลังการเรียนการสอน โดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด นำผลที่ได้มาตีค่าเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดในตัวชี้วัดของมาตรฐานสาระการเรียนรู้ของหลักสูตร ข้อมูลที่ได้ก็นำไปใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความก้าวหน้า จุดเด่น จุดที่ต้องปรับปรุงให้แก่ผู้เรียน การตัดสินผลการเรียนรู้อยอดในเรื่อง หรือหน่วยการเรียนรู้ หรือในรายวิชาและการวางแผน ออกแบบการจัดการเรียนการสอนของครู โดยผลที่ได้จากการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในชั้นเรียน จะเป็นข้อมูลสะท้อนให้ผู้สอนทราบถึงผลการจัดการเรียนการสอนของตนและพัฒนาการของผู้เรียน ดังนั้น ข้อมูลที่เกิดจากการวัดและประเมินที่มีคุณภาพเท่านั้นจึงจะสามารถนำไปใช้ได้อย่างเป็นประโยชน์ ตรงตามเป้าหมาย และคุ้มค่าต่อการปฏิบัติงาน ผู้สอนต้องดำเนินการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สะท้อนสภาพจริง จะได้นำไปกำหนดเป้าหมายและวิธีการพัฒนาผู้เรียน ผู้สอนจึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในหลักการ แนวคิด วิธีดำเนินงานในส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ เพื่อสามารถนำไปใช้ในการวางแผนและออกแบบการวัดและประเมินผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ บนพื้นฐานการประเมินผลการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่มีความถูกต้อง ยุติธรรม เชื่อถือได้ มีความสมบูรณ์ครอบคลุมตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2554: 81-82)

หากการวัดและประเมินการเรียนรู้ไม่มีคุณภาพ จะทำให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องขาดข้อมูลสำคัญในการสะท้อนผลการดำเนินการจัดการศึกษาทั้งในระดับนโยบายและระดับปฏิบัติการ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ ต้นสังกัดส่วนกลาง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา สถานศึกษา ผู้ปกครอง หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ขาดข้อมูลสำคัญในการสะท้อนผลและสภาพความสำเร็จเมื่อเปรียบเทียบกับเป้าหมาย ส่งผลให้การวางแผนกำหนดทิศทางการพัฒนาผู้เรียนระยะต่อไป ไม่สามารถสร้างความมั่นใจได้ว่าจะสอดคล้องกับสภาพปัญหา และมีความเหมาะสมกับระดับความสำเร็จของการพัฒนาผู้เรียนในระยะที่ผ่านมา (กระทรวงศึกษาธิการ. 2554: 82)

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ให้ความสำคัญกับการวัดและประเมินผลเป็นอย่างมาก และระบุให้ผู้สอนให้ความสำคัญกับการประเมินผลเพื่อการพัฒนาผู้เรียนมากกว่าการประเมินเพื่อสรุปผลหรือตัดสินผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับกระทรวงศึกษาธิการที่ได้ดำเนินการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง

(พ.ศ. 2552 - 2561) โดยมุ่งเน้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการพัฒนาคุณภาพคนไทยยุคใหม่ ครูยุคใหม่ สถานศึกษารวมทั้งแหล่งเรียนรู้ใหม่ และระบบบริหารจัดการใหม่ ต้องอาศัยการดำเนินการพัฒนาในกระบวนการต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกัน ทั้งกระบวนการด้านหลักสูตร การจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ซึ่งเน้นในการยกระดับคุณภาพผู้เรียนให้เต็มตามศักยภาพ การประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวการปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม 2545 ว่าการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนจะต้องกระทำอย่างต่อเนื่องทั้งก่อน ระหว่าง และหลังเสร็จสิ้นการเรียน โดยจะต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ ลักษณะนิสัย และคุณธรรม โดยเน้นที่จะพัฒนาผู้เรียนเป็นสำคัญ และจำเป็นต้องตอบสนองต่อเป้าหมายการเรียนรู้ระดับบุคคล สถานศึกษา ชุมชนและประเทศ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2543: 7-8) แสดงให้เห็นว่าการวัดและประเมินผลมีความสำคัญเป็นกระบวนการตรวจสอบการเรียนรู้และพัฒนาต่าง ๆ ของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร เพื่อนำไปใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนให้ผู้เรียนบรรลุมาตรฐานที่กำหนดไว้ และใช้เป็นข้อมูลสำหรับการตัดสินผลการเรียน และการวัดและประเมินผลที่จะนำพาผู้เรียนไปสู่เป้าหมายคือการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา (Formative Assessment) ร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพ (Feedback) ซึ่งเป็นหัวใจของการประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for Learning) และเป็นพลังขับเคลื่อนการเรียนรู้ของนักเรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการปรับปรุง พัฒนา และแก้ปัญหาในการเรียนรู้ของนักเรียนโดยมุ่งหวังผลในด้านการบรรลุตามเป้าหมายการเรียนรู้หรือมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการประเมิน ด้วยยุทธวิธีและเครื่องมือที่หลากหลาย ครูต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของตนเอง แต่ทุก ๆ เครื่องมือ/วิธีการประเมินมีจุดร่วมเดียวกัน คือ อาศัยหลักการมีส่วนร่วม ทั้งครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนกับนักเรียน (ธีรพงศ์ จุลสายพันธ์. 2555: ออนไลน์)

1.2 ความหมายของการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา

บลูม (พงศธราร วิจิตเวชไพศาล. 2552: 18; อ้างอิงจาก Bloom. 1968. Learning for Mastery: Evaluation Comment) ได้กล่าวถึง การวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาว่า เป็นการประเมินพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างดำเนินการเป็นระยะ ๆ อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ การให้ข้อมูลย้อนกลับไปสู่ผู้เรียนเพื่อรับทราบถึงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นพร้อมปรับปรุงตนเอง ถ้าพบว่านักเรียนยังคงมีข้อบกพร่องไม่สามารถผ่านเกณฑ์ที่กำหนดได้ ผู้สอนก็จะเสริมแรงด้วยการปรับปรุงการสอนใหม่ หรือสอนเสริมให้แก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนสามารถก้าวหน้าไปพร้อม ๆ กัน

แองเจโล และครอส (นันทิกา นาคนายา. 2546: 6; อ้างอิงจาก Aagelo; & Cross. 1993. Classroom Assessment Techniques: A Handbook for College Teachers) ได้กล่าวถึงการวัดและประเมินผลในชั้นเรียน ว่าเป็นเทคนิคที่ให้ให้นักเรียนสะท้อนการเรียนรู้ของตนเองโดยใช้แบบทดสอบในชั้นเรียนแบบต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 50 แบบ เพื่อให้ได้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนในขณะเดียวกันครูสามารถเรียนรู้ว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างไร มีการตอบสนองอย่างไรกับ

วิธีการสอนของครู การประเมินในชั้นเรียนจะช่วยให้ครูและนักเรียนใช้ประโยชน์จากการสร้างวงจรย้อนกลับว่านักเรียนเรียนรู้อะไร อย่างไร ดีแค่ไหน มีจุดดี จุดด้อยอย่างไร แล้วนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เต็มตามศักยภาพของแต่ละคน

กิปปี้ และฮาร์กรีฟส์ (Gipps; & Hargreaves. 2000: 6) ได้อธิบายว่าการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาเป็นรูปแบบการประเมินที่โดดเด่น เป็นการใช้องค์ความรู้จากการประเมินเพื่อสะท้อนผลย้อนกลับไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอนและเพื่อกำหนดให้บุคคลหรือกลุ่มอธิบายงานอีกครั้ง

ไอรอน (Iron. 2008: 7) ได้ให้ความหมายของการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาว่า เป็นงานหรือกิจกรรมที่ให้ความคิดเห็นสำหรับนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้ โดยการประเมินจะนำไปสู่การตัดสินใจหลายทาง

ปีเตอร์สัน (Shute. 2008: 154; citing Peterson. 2008: 1) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา เป็นการประเมินซึ่งได้ข้อมูลเกี่ยวกับตัวนักเรียนที่จะเปลี่ยนแปลงความคิด หรือพฤติกรรม เพื่อการเรียนรู้ที่ดีขึ้น และเป็นกระบวนการย้อนกลับที่ทำให้นักเรียนประเมินตนเอง ความเข้าใจสำหรับข้อมูลที่ได้รับ การวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา สามารถระบุช่องว่างของความรู้ ช่วยให้นักเรียนสามารถระบุข้อมูลที่สำคัญและเชื่อมต่อข้อผิดพลาดการเรียนรู้ หรือมีโน้ตที่คลาดเคลื่อน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินสามารถปรับปรุงการสอนให้ดีขึ้น สิ่งที่ได้จากการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา คือ ช่วยเพิ่มความเข้าใจในการเรียน ช่วยระบุช่องว่างของความรู้ สนับสนุนให้เรียนรู้ด้วยตนเอง มีความชัดเจนของผลการเรียนรู้ของนักเรียน และเจาะจงความไม่เข้าใจ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2546: 11) ได้กล่าวไว้ว่า การประเมินระหว่างเรียนหรือการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา เป็นการประเมินเพื่อวินิจฉัยผู้เรียนในระหว่างการเรียนรู้ ข้อมูลที่ได้จะช่วยให้ผู้สอนนำไปใช้เพื่อ 1) ศึกษาพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นระยะ ๆ ว่าผู้เรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเพียงใด ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่มีพัฒนาการเพิ่มขึ้น ผู้สอนจะได้หาทางแก้ไขได้ทันที่ 2) ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจบทเรียนใดก็จะได้จัดให้เรียนซ้ำ หรือผู้เรียนเรียนรู้บทใดได้เร็วกว่ากำหนดไว้ก็จะปรับเปลี่ยนการเรียนการสอน และยังช่วยให้ทราบจุดเด่น จุดด้อยของผู้เรียนแต่ละคน นอกจากนี้ยังเป็นการประเมินเพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับ (สสวท. 2546: 14) ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบผู้เรียนถึงการบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ศิริเดช สุชีวะ (2546: 53) กล่าวว่าในการจัดการเรียนการสอน การจะประเมินว่านักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนความเข้าใจโน้ตหรือไม่ ครูผู้สอนไม่ควรให้ความสำคัญเฉพาะการวัดและประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียนรู้ (Summative Assessment) วิธีการประเมินที่สำคัญอีกอย่าง คือ การวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา (Formative Assessment) เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับในการปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียน อีกทั้งยังเป็นการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการสอนของผู้สอน เพื่อก้าวไปสู่ความสำเร็จร่วมกันในปลายทางของการเรียนรู้

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2553: 31) ได้ให้ความหมายของการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา (Formative Assessment) ว่าเป็นการประเมินผลระหว่างการเรียนรู้ ช่วยให้ทราบว่าพัฒนาการของผู้เรียนอยู่ในขั้นใด มีจุดดีหรือบกพร่องใดที่ต้องการเสริมสร้างให้ดีขึ้น การประเมินผลลักษณะนี้ควรกระทำอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาปรับปรุงการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพและพัฒนาไปสู่คุณภาพตามมาตรฐาน

กระทรวงศึกษาธิการ (2554: 82-83) ได้กล่าวไว้ว่า การประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for Learning) เป็นการดำเนินการอย่างต่อเนื่องตลอดการเรียนการสอน โดยมีใช่แต่การทดสอบระหว่างเรียนเป็นระยะ ๆ อย่างเดียว แต่เป็นการที่ครูเก็บข้อมูลการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างไม่เป็นทางการด้วย ขณะที่ผู้เรียนทำภาระงานตามที่กำหนด ครูสังเกต ชักถาม จดบันทึกแล้วคิดวิเคราะห์ข้อมูลว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่ จะต้องปรับปรุงอะไร หรือผู้สอนปรับปรุงอะไร เพื่อให้เกิดความก้าวหน้าในการเรียนรู้ตามมาตรฐาน/ตัวชี้วัด การประเมินระหว่างเรียนดำเนินการได้หลายรูปแบบ เช่น การให้ข้อเสนอแนะ ข้อเสนอแนะในการนำเสนอผลงาน การพูดคุยระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล การสัมภาษณ์ ตลอดจนการวิเคราะห์ผลทดสอบ เป็นต้น

จากความหมายที่นำเสนอมาข้างต้น จึงสามารถสรุปความหมายของการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาได้ว่า เป็นการวัดและประเมินผลที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนและเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ด้วยวิธีการและเครื่องมือที่หลากหลาย เช่น การสังเกตพฤติกรรม การสัมภาษณ์ การสะท้อนคิด การทำงาน เพื่อค้นหาข้อมูลหลักฐานการเรียนรู้หรือตรวจสอบนักเรียนว่ามีความสามารถในการเรียนรู้ และมีความเข้าใจในบทเรียนมากน้อยเพียงใด ตลอดจนเรียนรู้จุดเด่นจุดด้อยของผู้เรียน และส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้ว่าตนเองห่างจากเป้าหมายมากน้อยเพียงใด โดยการให้ข้อมูลย้อนกลับและประเมินตนเอง เพื่อพยายามลดช่องว่างที่จะไปสู่เป้าหมาย และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำข้อมูลย้อนกลับไปแก้ไขข้อบกพร่องของตนเอง นอกจากนี้ผู้สอนยังได้รับข้อมูลย้อนกลับจากการวัดและประเมินผลมาปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพด้วย

1.3 ขั้นตอนของการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา

บรูคฮาร์ท (Brookhart. 2006: 3) ได้กล่าวถึงกระบวนการของการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา คือ การทำงานร่วมกันของครูและนักเรียน ดังนี้ 1) ให้ความสำคัญกับเป้าหมายการเรียนรู้

2) เป็นการสะสมประสบการณ์การทำงานที่สัมพันธ์กับเป้าหมาย 3) การทำงานเพื่อให้เข้าใจเป้าหมาย

เฮอริเทจ (Heritage. 2008: 6-7) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา มีองค์ประกอบที่สำคัญคือ

1. การล้วงเอาหลักฐานสำคัญเพื่อควมมีประสิทธิภาพ การวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาจะเป็นการรวบรวมข้อมูลหลักฐานจากการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อพัฒนาไปยังเป้าหมายที่ต้องการ โดยกระแสนของการประเมินจะถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อแจ้งว่าหลังจากการดำเนิน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแล้วได้ข้อมูลอะไรจากการประเมิน และการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาของนักเรียนจะต้องได้รับการประเมินอีกครั้งเพื่อปรับเปลี่ยนการเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดประสิทธิภาพสูงสุด นักเรียนจะต้องมีความชัดเจนในเป้าหมายที่กำหนดไว้ที่แสดงถึงความก้าวหน้า ครูให้โอกาสนักเรียนในการวางแผนการเรียนรู้ การประเมิน วิธีการและผู้ที่ประเมิน ถึงแม้ว่าการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาจะเป็นธรรมชาติระหว่างการสอน การแปลความหมายของวิธีการเรียนรู้มีการพัฒนาตามวิธีการเรียนรู้ที่ได้รับการพัฒนา โดยใช้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาและช่วยให้ครูผู้สอนระบุความสามารถของนักเรียนและวางแผนในสิ่งที่นักเรียนจะทำต่อไป

2. การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน การให้ข้อเสนอแนะให้กับนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญต่อการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา ซึ่งมีเอกสารจำนวนมากเกี่ยวกับการตอบสนองต่อคุณภาพของผู้เรียนทั้งด้านแรงจูงใจและการควบคุมตนเอง ความคิดเห็นของครูผู้สอนจะต้องมีคุณภาพและเชื่อมโยงกับเกณฑ์ที่ชัดเจน และให้ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงหรือที่ เรียกว่า เกณฑ์แห่งความสำเร็จ เกณฑ์เหล่านี้เป็นเป้าหมายสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้และเป็นวิธีการสำหรับครูผู้สอนในการประเมินสถานะปัจจุบันของนักเรียนและเพื่อให้นักเรียนสะท้อนผลตนเองในการดำเนินงาน

3. การมีส่วนร่วมของนักเรียน ทฤษฎีความเข้าใจในการส่งเสริมอภิปัญญาในการเรียนรู้ของนักเรียน ในบริบทของการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาอภิปัญญาเกี่ยวข้องกับนักเรียนในการตรวจสอบสิ่งที่พวกเขาเข้าใจและเข้าใจในการพัฒนาการเรียนรู้ด้วยกลยุทธ์ที่หลากหลาย เพื่อให้พวกเขาประสบความสำเร็จในเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งนักเรียนสามารถตรวจสอบการเรียนรู้ของพวกเขาได้และวิธีการตรวจสอบการเรียนรู้ของพวกเขาจะทำให้พวกเขาทราบว่าพวกเขาเรียนรู้ได้หรือไม่ เพื่อที่จะตอบคำถามเหล่านี้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเกณฑ์แห่งความสำเร็จและความตึงเครียดระหว่างการประเมินผลปลายทางที่จะเกิดขึ้นเป็นเงื่อนไขที่ใช้ในอดีตและในอนาคต ซึ่งจะเป็นการคาดเดาสาเหตุที่ผ่านมา (อดีต) และการตรวจสอบเกี่ยวกับทางเลือก (อนาคต) ซึ่งสามารถมีส่วนร่วมเกี่ยวกับเกณฑ์การประเมิน (รูปรีคัล) ซึ่งเป็นการเขียนจุดประสงค์เพื่อแสดงความสามารถเกี่ยวกับการวิเคราะห์และการวิจารณ์ สะท้อนให้เห็นเป้าหมายในระยะสั้นระหว่างการเรียนรู้ เพื่อให้โอกาสนักเรียนปรับปรุงการเรียนรู้ของพวกเขาในการตอบสนองต่อการสะท้อนตนเองและความคิดเห็นของครูและเพื่อน

ซูซาน และคณะ (Susan; et al. 2009: 5) ได้ระบุองค์ประกอบของการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาว่ามี 6 องค์ประกอบที่สัมพันธ์กันดังต่อไปนี้ 1) การกำหนดเป้าหมายและเกณฑ์การเรียนรู้เพื่อความสำเร็จ 2) การสะท้อนความคิดเห็นเพื่อการทำกิจกรรมครั้งต่อไป 3) การกำหนดเป้าหมายของนักเรียน 4) การประเมินตนเองของนักเรียน 5) ครูตั้งคำถามเชิงกลยุทธ์ 6) นักเรียนถามคำถามที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพ

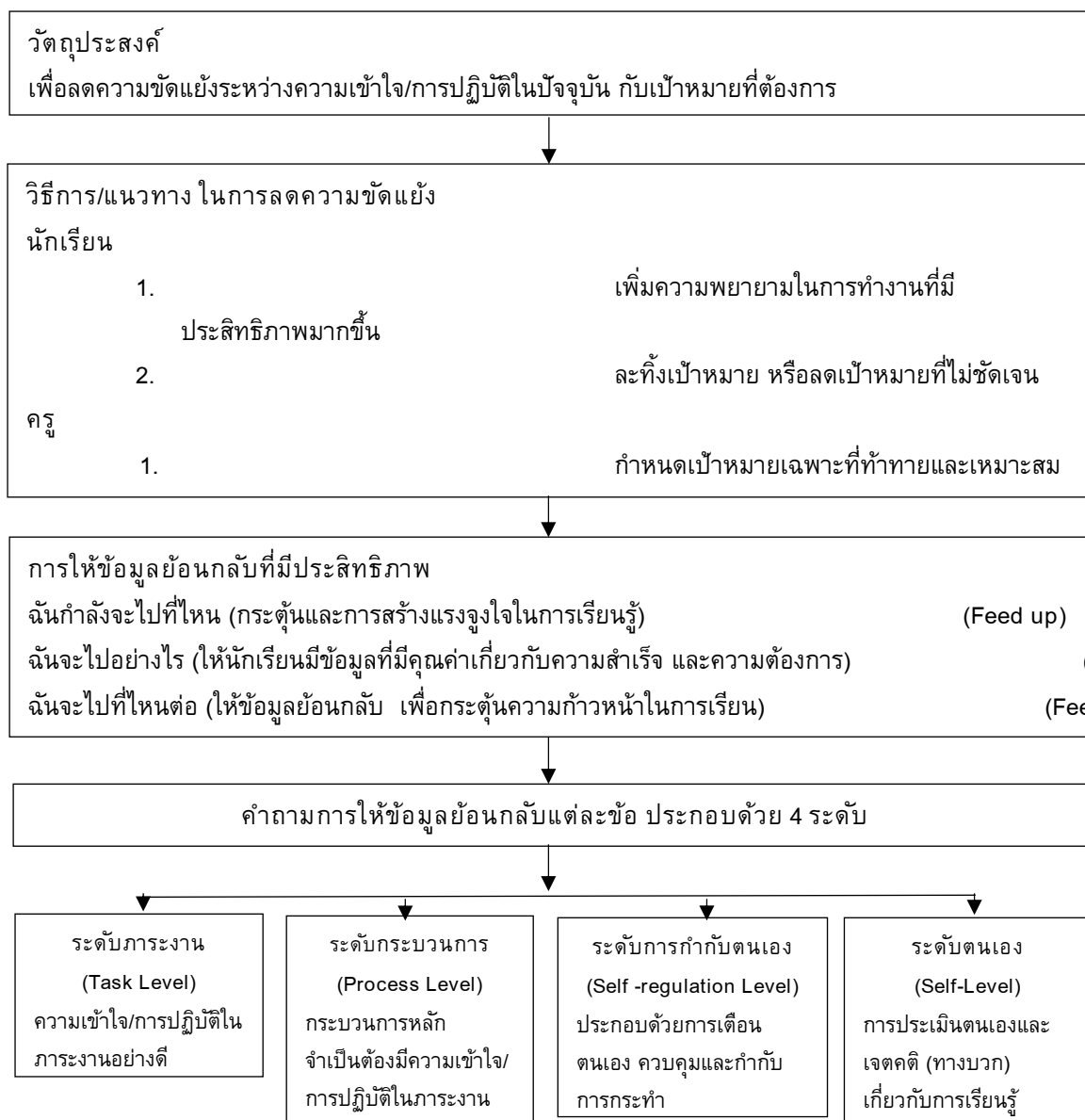
ชัปปุยส์ (Chappuis. 2009: 11-13) ได้กล่าวถึงกลยุทธ์ของการประเมินเพื่อการเรียนรู้ ประกอบด้วย 7 กลยุทธ์ต่อเนื่องกัน ซึ่ง 7 กลยุทธ์นี้ตอบสนองต่อเงื่อนไขของคำถาม 3 คำถามที่เป็นจุดสำคัญของผู้เรียน คือ ผู้สอนกำลังจะไปไหน (จะนำพาผู้เรียนไปที่ใด) ผู้สอนอยู่ที่ใดในเวลานี้ ผู้สอนจะสามารถจัดการเรียนรู้ไปสู่เป้าหมายดังกล่าวได้อย่างไร (จะปิดช่องว่างจุดเป้าหมายที่จะไป - จุดปัจจุบัน) ดังภาพประกอบที่ 2

ผู้สอนกำลังจะไปไหน
กลยุทธ์ที่ 1: ให้นักเรียนรู้และเข้าใจวิสัยทัศน์เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนรู้อย่างชัดเจน กลยุทธ์ที่ 2: ใช้ตัวอย่างและตัวแบบงานที่เป็นจุดแข็งและจุดอ่อน ให้ผู้เรียนทราบ
ผู้สอนอยู่ที่ใดในเวลานี้
กลยุทธ์ที่ 3: ให้ข้อมูลย้อน (Feedback) แก่ผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ กลยุทธ์ที่ 4: สอนผู้เรียนให้ประเมินตนเองและตั้งเป้าหมาย
ผู้สอนจะสามารถจัดการเรียนรู้ไปสู่เป้าหมายดังกล่าวได้อย่างไร
กลยุทธ์ที่ 5: ออกแบบบทเรียนให้มีความสำคัญกับเป้าหมายการเรียนรู้แบบแยกส่วนในแต่ละครั้ง กลยุทธ์ที่ 6: สอนผู้เรียนให้มุ่งเน้นที่การปรับปรุงในแต่ละเวลา กลยุทธ์ที่ 7: นักเรียนมีส่วนร่วมในการสะท้อนตัวเอง และติดตาม แบ่งปันการเรียนรู้

ภาพประกอบ 2 7 กลยุทธ์ของการประเมินเพื่อการเรียนรู้
(Seven Strategies of Assessment for Learning)

ที่มา: Chappuis, J. (2009). **Seven Strategies of Assessment for Learning**. p.12.

7 กลยุทธ์ของการประเมินเพื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของแฮตตี้ และทิมเพอร์เลย์ (Hattie; & Timperley. 2007: 87) โดยแสดงให้เห็นว่า การวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาที่เริ่มต้นจากการวางเป้าหมายในการเรียนรู้ที่ชัดเจน กำหนดชิ้นงานที่ท้าทายเหมาะสมกับนักเรียน และให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพแก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนนำไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนรู้ หรือนำไปพัฒนาตนเองให้เกิดการบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ดังภาพประกอบที่ 3



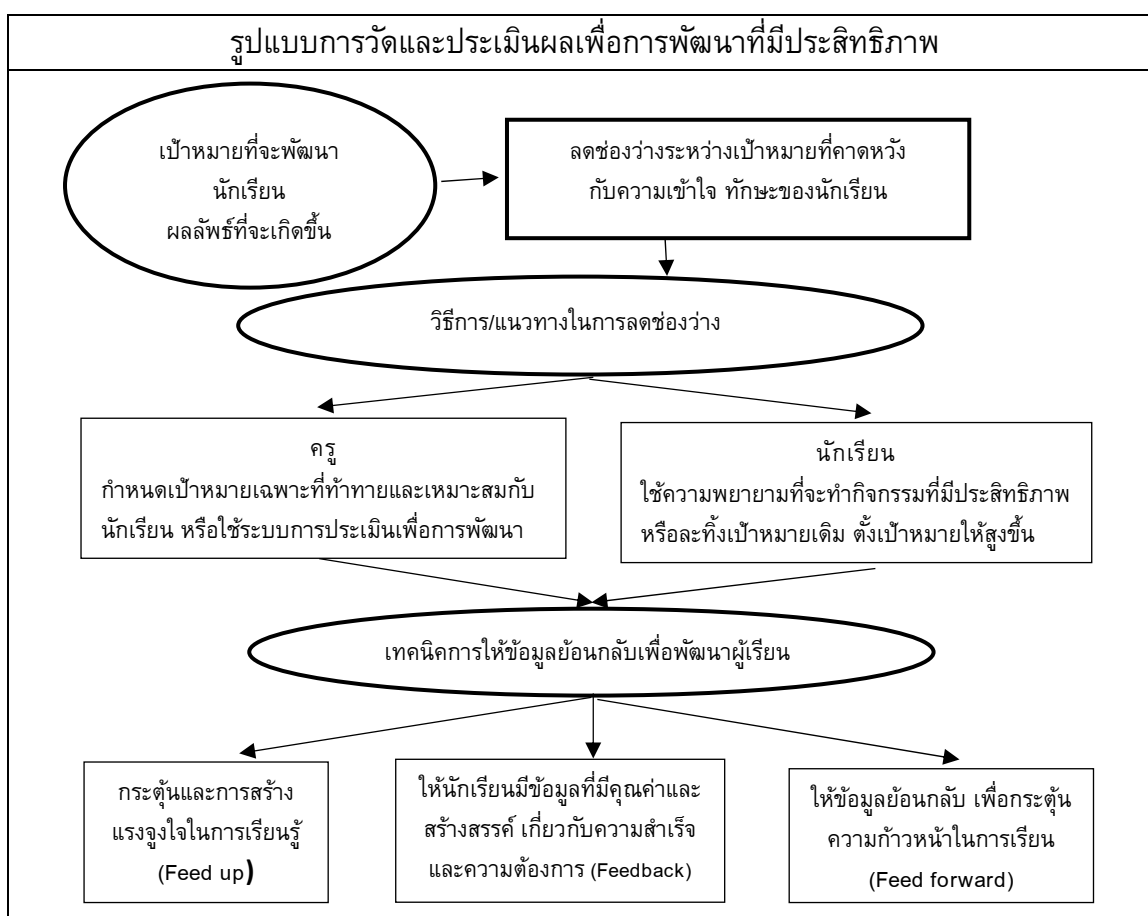
ภาพประกอบ 3 รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับส่งเสริมการเรียนรู้

ที่มา: Hattie, J., & Timperley, H. (2007). **The Power of Feedback**. Review of Educational Research. 77: 87.

จากการศึกษาของซัปปุยส์ แฮทตี้ และทิมเพอร์เลย์ เฟย์และฟิชเชอร์ ปรับปรุงจากแฮทตี้ และทิมเพอร์เลย์ (Frey; & Fisher. 2011; citing Hattie; & Timperley. 2007) ได้เสนอรูปแบบการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาที่มีประสิทธิภาพและการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ดีแก่นักเรียน มีองค์ประกอบ 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ (Feed up) โดยแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และการประเมินที่ชัดเจนเพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าในการเรียนรู้และการ

ประเมิน ทำให้ครูมั่นใจได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจจุดประสงค์การเรียนรู้ ความคิดรวบยอด ภาระงาน และการประเมินผล ขั้นที่ 2 การตรวจสอบความเข้าใจเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (Checking for understanding) โดยการพูด ตอบคำถาม การนำเสนอ การเขียน ฯลฯ ขั้นที่ 3 การให้ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับความสำเร็จและสิ่งที่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาหรือปรับปรุงแก้ไขแก่นักเรียน (Feedback) และขั้นที่ 4 การให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางบนพื้นฐานของข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดพัฒนาการเรียนรู้ที่สูงขึ้น (Feed forward)

โดยขั้นตอนในการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน สามารถอธิบายได้ตามภาพประกอบที่ 4



ภาพประกอบ 4 รูปแบบการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาที่มีประสิทธิภาพ

ที่มา: Frey, N.;& Fisher, D. (2011). **The formative assessment action plan**. Alexandria, VA: ASCD. p 3.

พรทิพย์ ไชยโส (2545: 131) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาเป็นกระบวนการที่ครูใช้ในการรวบรวมข้อมูลย้อนกลับของผู้เรียนในระหว่างเรียนเพื่อจะทำ

ความเข้าใจถึงพื้นฐานการเรียนรู้ พฤติกรรมการเรียนตลอดจนความรู้สึกที่มีต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้เพื่อค้นหาจุดแข็งและจุดอ่อนของผู้เรียน และหาแนวทางในการจัดประสบการณ์การเรียนการสอนให้เหมาะสมในการปรับปรุงและพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุจุดมุ่งหมายต่อไป กระบวนการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา ประกอบด้วย 1) การสำรวจพื้นฐานการเรียนรู้ ความมุ่งหมายในการเรียนและแนวทางที่นักเรียนใช้ในการเรียน เพื่อนำมากำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน 2) สร้างความเข้าใจแก่นักเรียนถึงจุดมุ่งหมายของการเรียน ตลอดจนเกณฑ์หรือเงื่อนไขในการประเมินผลการเรียน 3) การกำหนดงานที่สอดคล้องกับบทเรียนให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ 4) การตรวจสอบผลงานและให้คำแนะนำตลอดจนเปิดโอกาสให้พัฒนางานให้ดีขึ้น 5) การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจพฤติกรรมการเรียน การปฏิบัติงานของตนเองและวิเคราะห์ข้อบกพร่องและหาแนวทางในการปรับปรุงการเรียนของตนเองเป็นระยะ ๆ 6) การให้นักเรียนได้รวบรวมผลงานของตนเอง เพื่อเข้าใจถึงความก้าวหน้าในการทำงานของตนตลอดจนให้สะท้อนภาพผลการปฏิบัติ วิเคราะห์ถึงข้อดีข้อบกพร่องและเสนอแนะแนวทางที่จะปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของตนเองให้ดีขึ้น รวมทั้งให้เพื่อนได้แลกเปลี่ยนการประเมินผลงานสรุปของเพื่อน เพื่อที่จะได้แนวทางมาปรับปรุงข้อบกพร่อง ของตนเองตลอดจนมีทักษะในการประเมินผลงานของผู้อื่นโดยใช้เกณฑ์ที่เหมาะสม

ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ (2550: 35-37) ได้สรุปกระบวนการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาไว้ 7 ขั้นตอนหลัก ดังต่อไปนี้ ขั้นตอนที่ 1 ครูผู้สอนกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ในแต่ละบทเรียนอย่างเป็นรูปธรรม โดยพิจารณาจากหลักสูตรเป็นสำคัญ จากนั้นจึงชี้แจง แลกเปลี่ยน และอภิปรายเป้าหมายการเรียนรู้ดังกล่าวร่วมกับผู้เรียน เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน และให้โอกาสผู้เรียนในการเสนอแนะเป้าหมายการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 2 ครูผู้สอนวางแผนกิจกรรมการเรียนการสอนและกำหนดแนวทางการประเมินระหว่างเรียนให้สอดคล้องกับกิจกรรมการสอนและเป้าหมายการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ขั้นตอนที่ 3 ครูผู้สอนเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน หรือสังเกตปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนการสอน โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การทำกิจกรรมของผู้เรียน การตรวจชิ้นงานของผู้เรียน การสัมภาษณ์ การสนทนาหรือการถามตอบระหว่างการเรียนการสอน การทดสอบอย่างรวดเร็ว การให้ผู้เรียนสื่อสารความคิดผ่านทางรูปภาพหรือผังมโนทัศน์ การเขียนอนุทิน การแสดงบทบาทสมมติ การระดมสมอง และการจัดทำแฟ้มสะสมผลงาน เป็นต้น ขั้นตอนที่ 4 ครูผู้สอนตีความหมายข้อมูลหลักฐานเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ได้เก็บรวบรวมไว้เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าเพียงใดตามเป้าหมายการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ หรือตระหนักถึงความสำคัญของข้อมูลหลักฐาน ดังกล่าวว่า ส่งผลต่อการเรียนรู้ที่ตั้งไว้หรือไม่ อย่างไร ขั้นตอนที่ 5 ครูผู้สอนสะท้อนผลการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทราบด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างต่อเนื่อง แล้วให้ผู้เรียนประเมินตนเองจนได้ข้อสรุปถึงแนวทางในการพัฒนาตนเองให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้การให้ข้อมูลย้อนกลับจากครูผู้สอนเป็นหัวใจสำคัญของความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยข้อมูลย้อนกลับควรจะต้องประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ 1) เป้าหมายการเรียนรู้ที่ผู้เรียนควรบรรลุ 2) หลักฐานที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

ในปัจจุบัน และ 3) แนวทางการลดช่องว่างระหว่างผลการเรียนรู้ในปัจจุบันของผู้เรียนและเป้าหมายการเรียนรู้ที่ควรบรรลุ ซึ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างต่อเนื่องเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 6 ครูผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันลงมือปฏิบัติตอบสนองต่อข้อมูลหลักฐานที่ได้รับเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ภายใต้บริบทการเรียนการสอนนั้น ๆ และขั้นตอนที่ 7 ครูผู้สอนจัดทำเอกสารบันทึกข้อมูลสารสนเทศการประเมินระหว่างเรียนอย่างเป็นระบบเพื่อใช้สื่อสารกับผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น ครูผู้สอนคนอื่น ๆ ผู้บริหาร และผู้ปกครอง อันแสดงให้เห็นถึงความโปร่งใสและความยุติธรรมในการประเมินผล

จากการศึกษาขั้นตอนการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา พบว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับถือเป็นหัวใจของการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา กล่าวคือ การวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาผู้เรียน ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) ผู้สอนจะต้องรู้ว่ากำลังจะไปที่ไหน หรือนำพาผู้เรียนไปที่ใด ด้วยการสร้างความเข้าใจและกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่จะพัฒนาผู้เรียนหรือผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น 2) ผู้สอนอยู่ที่ใดในเวลานี้ โดยตรวจสอบความเข้าใจด้วยวิธีการที่หลากหลาย และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเพื่อลดช่องว่างที่คาดหวังกับความเข้าใจของนักเรียน และสิ่งที่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขเพื่อไปสู่ความสำเร็จ 3) ผู้สอนจะสามารถจัดการเรียนรู้สู่เป้าหมายได้อย่างไร ปลูกฝังหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนประเมินตนเองและเข้าใจถึงความก้าวหน้าในการทำงานของตนเอง และสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพของเฟย์และฟิชเชอร์ ปรับปรุงจากแฮตตี และทิมเพอร์เลย์ (Frey; & Fisher. 2011; citing Hattie; & Timperley. 2007) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนการกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียน (Feed up) 2) ขั้นตอนการตรวจสอบความเข้าใจเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (Checking for understanding) 3) ขั้นตอนการให้ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับความสำเร็จและสิ่งที่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนา (Feedback) 4) ขั้นให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางบนพื้นฐานของข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดพัฒนาการเรียนรู้ที่สูงขึ้น (Feed forward) ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้นำขั้นตอนของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา โดยมีขั้นตอนและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นเตรียมการ

1) เตรียมตนเอง ครูจะต้องเตรียมตนเองให้พร้อมสำหรับบทบาทของผู้ให้การสนับสนุน ส่งเสริม และอำนวยความสะดวกแก่นักเรียน ซึ่งจะต้องให้ข้อมูลย้อนกลับ คำแนะนำ คำปรึกษาที่ชัดเจน และเป็นประโยชน์ในการพัฒนา ปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดของผู้เรียน จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ บทบาทของครูก่อนการเรียนการสอนทุกการเรียนรู้ที่กำหนด วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้ได้สาระสำคัญ เนื้อหาข้อความ อันจะนำไปสู่การออกแบบการเรียนรู้ที่จะเสริมสร้างผู้เรียนให้มีพฤติกรรมตามที่กำหนดไว้

2) การเตรียมความพร้อมของนักเรียน ครูให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการปรับปรุงพัฒนาตนเอง และความสำคัญของข้อมูลย้อนกลับในฐานะของเครื่องมือที่จะนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาตนเองในด้านต่าง ๆ ก่อน

ขั้นตอนดำเนินการ

ดำเนินการจัดกิจกรรมการสอนตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับให้มีลักษณะต่อไปนี้

1) ขั้นนำ

ขั้นกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียน (Feed Up) เป็นขั้นตอนที่เตรียมความพร้อมให้กับนักเรียน โดยสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน ทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะเรียน รวมถึงแจ้งเป้าหมายหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

-ครูสร้างแรงจูงใจในการเรียนด้วยการอธิบายถึงความสำคัญของการเรียน ประโยชน์ที่จะได้รับในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ที่จะเกิดกับนักเรียน

-ครูแจ้งจุดประสงค์หรือเป้าหมายการเรียนรู้ของเรื่องที่จะเรียนให้นักเรียนทราบ

-ครูแจ้งการประเมินที่ชัดเจนเพื่อให้ นักเรียนเห็นคุณค่าในการเรียนรู้และการประเมิน

-ครูทบทวนความรู้ที่จำเป็นต่อการเรียน ความรู้ใหม่โดยการถามตอบและอธิบาย

2) ขั้นสอน

ขั้นตรวจสอบความเข้าใจเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (Checking for understanding)ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนโดยสังเกตจากการสนทนา การตอบคำถาม การนำเสนอ หรือทำแบบฝึกหัด

ขั้นการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับความสำเร็จและสิ่งที่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาหรือปรับปรุงแก้ไขแก่นักเรียน

3) ขั้นสรุป

ขั้นการให้คำแนะนำ (Feed forward) ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางบนพื้นฐานของข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดพัฒนาการเรียนรู้ที่สูงขึ้น

-นักเรียนช่วยกันสรุปและสะท้อนเกี่ยวกับความรู้ที่เรียนในคาบ เพื่อนำไปสู่การเรียนในเรื่องต่อไป

-ครูสรุปประเด็นเพิ่มเติมที่นักเรียนยังบกพร่องแก้ปัญหา เพื่อสร้างความเข้าใจที่ตรงกันให้กับนักเรียน

-ครูมอบหมายงานให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม

ขั้นประเมินผล

ครูดำเนินการวัดและประเมินผลเพื่อตรวจสอบว่าสามารถจัดกิจกรรมการสอนบรรลุผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดหรือไม่ โดยได้เตรียมเครื่องมือ และวิธีการให้พร้อมก่อนถึงขั้นตอนการวัดและประเมินผลทุกครั้ง นักเรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับทุกครั้งหลังทำแบบฝึกหัดเพื่อตรวจสอบและพัฒนาตนเองต่อไป

2. แนวคิดเกี่ยวกับข้อมูลย้อนกลับ

ในการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับข้อมูลย้อนกลับ ผู้วิจัยได้ศึกษาในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง คือ ความหมายของข้อมูลย้อนกลับ รูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ หลักการให้ข้อมูลย้อนกลับ วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ผลดีของการให้ข้อมูลย้อนกลับ และตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละประเด็นดังนี้

2.1 ความหมายของข้อมูลย้อนกลับ

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของข้อมูลย้อนกลับไว้ดังนี้

สารานุกรมทางการศึกษา (อนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม. 2555: 17; อ้างอิงจาก The Encyclopedia of Education. 1971) ได้ให้ความหมายของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ว่าเป็นข้อความที่บอกให้ผู้เรียนรู้ถึงความสำเร็จหรือความถูกต้องแน่นอนในการกระทำของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนรู้ผลการตอบสนองหรือพฤติกรรมของตนที่ได้แสดงออกมาว่าถูกหรือผิด

สโกล์เบอร์ โค และแซน (พรศรี ลีทวีกุลสมบุรณ์. 2539: 20; อ้างอิงจาก Steinberg. 1991; Cole; & Chan. 1994) ได้ให้ความหมายของข้อมูลย้อนกลับไว้ว่าเป็นข้อมูลที่แสดงให้แก่ผู้เรียน หลังจากที่ได้มีการตอบสนอง โดยรูปแบบของข้อมูลนั้นอาจจะเป็นภาพ หรือ เสียง เป็นคำพูด หรือ ไม่ใช่คำพูด ซึ่งเนื้อหาของข้อมูลย้อนกลับอาจมีรูปแบบต่าง ๆ กัน จากง่ายไปจนถึงรูปแบบที่ซับซ้อน โดยโค และแซน (พรศรี ลีทวีกุลสมบุรณ์. 2539: 20; อ้างอิงจาก Cole; & Chan. 1994) ได้เพิ่มเติมว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับควรจะเป็นข้อมูลย้อนกลับที่ผู้เรียนได้ใช้ความคิดเกี่ยวกับผลการกระทำของเขาด้วย ไม่ใช่เป็นแต่เพียงการตรวจคำตอบของผู้เรียน

เว็บสเตอร์ นิว เวิลด์ ดิกชันนารี (Webster's new world dictionary of the American language, 4th ed. 2001: 520) ได้ให้ความหมายของข้อมูลย้อนกลับไว้ว่า เป็นกระบวนการที่เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดผลลัพธ์ต่อตัวเอง ในการปรับเปลี่ยน แก้ไข ความคงที่ เป็นต้น โดยที่ผลและการตอบสนอง เป็นหนึ่งกระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

ชูท (Shute. 2007: 1) กล่าวว่า ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการพัฒนาการเรียนรู้ เป็นตัวแทนของการสื่อสารความรู้สำหรับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนแก้ไขความผิดพลาดหรือพฤติกรรมที่จะนำไปสู่การแก้ไขการเรียนรู้ และยังทำให้ครูได้รับข้อมูลย้อนกลับที่จะเป็นหลักฐานสำหรับการเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนการสอน

แฮตตี และทิมเพอร์เลย์ (Hattie; & Timperley. 2007: 81) ได้สรุปความหมายของข้อมูลย้อนกลับไว้ว่า เป็นการสร้างกรอบแนวคิด เป็นข้อมูลที่ให้โดยตัวแทน (ครู, เพื่อน, หนังสือ, ผู้ปกครอง, ตนเอง, ประสบการณ์) เกี่ยวกับลักษณะหรือความเข้าใจของการทำงาน ครูหรือผู้ปกครองสามารถให้ข้อมูลแก้ไข เพื่อนสามารถให้กลยุทธ์ที่เป็นทางเลือก หนังสือสามารถให้ข้อมูลเพื่อชี้แจงความคิด ผู้ปกครองสามารถให้กำลังใจหลัก และสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถค้นหาคำตอบเพื่อประเมินความถูกต้องของการตอบสนอง

สัทญญา นิมานันท์ (2533: 22) ได้กล่าวไว้ว่า ข้อมูลย้อนกลับเป็นข้อมูลที่ทำให้ผู้เรียนรู้และเข้าใจสถานภาพหรือผลการเรียนของตน ในขณะเดียวกันก็ช่วยให้ผู้เรียนไม่เกิดความท้อถอยหรือหมดกำลังใจหากไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียน ในทางตรงกันข้ามจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดกำลังใจและมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ข้อมูลย้อนกลับเป็นข้อมูลความรู้ ความคิดเห็น คำแนะนำ หรือการยืนยัน เกี่ยวกับการกระทำของผู้เรียน ซึ่งอาจจะเป็นเสียง รูปภาพ หรือข้อความ ที่ทำให้ผู้เรียนทราบเกี่ยวกับผลของการกระทำของตนเองว่าถูกหรือผิด ทราบความก้าวหน้า รู้จุดเด่น จุดด้อยของตนเอง และต้องนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่อง หรือพัฒนาตนเอง รวมถึงเสริมแรงให้ผู้เรียนพัฒนาในการเรียนรู้ครั้งต่อไป

2.2 รูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ

ข้อมูลย้อนกลับสามารถแบ่งได้โดยใช้เกณฑ์จำแนกหลายประเภท แต่ทั้งนี้ข้อมูลย้อนกลับล้วนต้องการส่งเสริมการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาผู้เรียนด้วยกันทั้งสิ้น (Formative Feedback) การให้ข้อมูลย้อนกลับนั้นมีหลายรูปแบบ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาข้อมูลย้อนกลับตาม 2 แนวคิด ได้แก่ ข้อมูลย้อนกลับทั่วไปที่บอกถึงการกระทำ จุดเด่น จุดด้อย และข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุงที่บอกถึงแนวทางการปฏิบัติเพื่อให้ได้รับผลการประเมินที่ดีขึ้น

ข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไป

คาร์เตอร์ (สัทญญา นิมานันท์. 2531: 22-28; อ้างอิงจาก Cater. 1984: 53-54) และโคเฮน (สัทญญา นิมานันท์. 2531: 22-28; อ้างอิงจาก Cohen. 1985: 33-37) ได้สรุปประเภทและรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยพิจารณาตามลักษณะสาระเนื้อหา ข้อมูลย้อนกลับแบบเสนอข้อมูล ดังนี้

1) ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลของการกระทำ (Knowledge of Result Feedback/KOR) เป็นข้อมูลที่บอกให้รู้ผลของการกระทำว่าถูกหรือผิด การวิจัยพบว่าข้อมูลย้อนกลับแบบนี้ ดีกว่าการไม่มีข้อมูลย้อนกลับ (No Feedback) เพราะผู้เรียนได้รู้ว่าเขาตอบถูกหรือผิด

2) ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกข้อถูก (Knowledge of Correct Result Feedback/KCR) ให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเกี่ยวกับคำตอบที่ถูกที่ผู้เรียนเพิ่งจะตอบไป เป็นข้อมูลย้อนกลับแบบยืนยันคำตอบถูก (Confirmatory Feedback) ที่ให้ภายหลังการตอบถูก จากการวิจัยพบว่า ข้อมูลย้อนกลับแบบ

บอกข้อถูก (KCR) ดีกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการกระทำ (KOR) (William. 2013: 202; citing Nyquist. 2003)

3) ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด (Elaborated Feedback) เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบที่ทำให้ผู้เรียนได้ทราบผลของการกระทำของตนเองว่าถูกหรือผิด พร้อมทั้งคำอธิบายว่าทำไมคำตอบจึงถูก และทำไมคำตอบจึงผิด ทำให้ผู้เรียนเห็นข้อผิดพลาดของตนเองในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด และเป็นการทบทวนความรู้ในกรณีที่ผู้เรียนตอบถูก จะทำให้ผู้เรียนทราบว่า เขาตอบถูกหรือผิด คำตอบที่ถูกต้องคืออะไร ถ้าเขาตอบผิด ทำไมเขาจึงตอบผิด ทำไมคำตอบที่ถูกต้องจึงถูก ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง และในควิสท (William. 2013: 202; citing Nyquist. 2003) พบว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกข้อถูกพร้อมคำอธิบายมีประสิทธิภาพมากกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกข้อถูก (KCR) และแบบบอกผลกระทำ (KOR) แต่ผู้เรียนจะไม่ทราบถึงหลักการทางคณิตศาสตร์ ที่มาของการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนขาดการคิดวิเคราะห์ถึงหลักการทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา

4) ข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะ (Directive Feedback) เป็นข้อมูลย้อนกลับที่ชี้แนะ (Cue) หรือกระตุ้น (Prompt) ที่มีการแนะนำวิธีการแก้ปัญหาให้ผู้เรียน บอกผลการตอบคำถามของผู้เรียนว่ามีความถูกต้องหรือไม่ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะเป็นกลวิธีที่จะนำไปสู่การตอบถูกโดยการให้ข้อแนะนำในการแก้ปัญหา หรือนำผู้เรียนไปสู่ความเข้าใจสารสนเทศที่ผู้เรียนไม่เข้าใจ เช่น การให้ผู้เรียนทบทวน (Review) กรอบเนื้อหาในบทเรียน เสนอแนวทาง หลักการ ข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา การใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด พร้อมยกตัวอย่างการแก้ปัญหาที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่ผู้เรียนกำลังเผชิญอยู่ในขณะนั้น แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาพร้อมเสนอแนะตัวเลือกเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อเพิ่มและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนที่มีต่อข้อมูลย้อนกลับ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความช่างสังเกตวิธีการ ขั้นตอนการแก้ปัญหา หลักการทางคณิตศาสตร์ที่นำมาปรับใช้ให้ผู้เรียนใช้ประกอบการตัดสินใจแก้ปัญหา

ซีเมลล์ (พรศรี ลิทธิกุลสมบุรณ์. 2539: 22; อ้างอิงจาก Jannafin; & Hooper. 1993: 219-220; citing Schimmel. 1988) ได้แบ่งลักษณะของข้อมูลย้อนกลับออกเป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

1) ข้อมูลย้อนกลับแบบให้การยืนยัน (Confirmation Feedback หรือ Knowledge of Results Feedback) หมายถึง การให้ข้อมูลย้อนกลับที่บอกให้ผู้เรียนรู้ผลการกระทำของตนเองว่าถูกหรือผิด

2) ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกความถูกต้อง (Corrective Feedback หรือ Knowledge of Correct Result Feedback) หมายถึง การให้ข้อมูลย้อนกลับที่บอกให้ผู้เรียนรู้ผลการกระทำของตนเองว่าถูกหรือผิด และบอกแนวทางที่ถูกต้องให้กับผู้เรียน

3) ข้อมูลย้อนกลับแบบให้คำอธิบาย (Explanatory Feedback) หมายถึง การให้ข้อมูลย้อนกลับที่ให้ข้อมูล และคำอธิบายเกี่ยวกับการกระทำของผู้เรียนว่าถูกหรือผิด พร้อมทั้งชี้แจงอธิบายเหตุผลถึงคำตอบที่เหมาะสม

4) ข้อมูลย้อนกลับแบบให้การวิเคราะห์ (Diagnostic Feedback) หมายถึง การให้ข้อมูลย้อนกลับที่ชี้แจงเกี่ยวกับการกระทำ หรือคำตอบที่ไม่ถูกต้องของผู้เรียน โดยการเปรียบเทียบให้เห็นข้อที่ผิด และแนะแนวทางคำตอบที่ถูกต้องให้

คุลเฮวี และสต็อค (Shute. 2007: 8; citing Kulhavy; & Stock. 1989) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการให้ข้อมูลย้อนกลับอีก 2 รูปแบบ ได้แก่

1) ข้อมูลย้อนกลับแบบยืนยันผลของการกระทำ (Verification Feedback) ซึ่งเป็นข้อมูลย้อนกลับที่บอกเกี่ยวกับผลการกระทำว่าถูกหรือผิดเท่านั้น

2) ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด (Elaboration Feedback) ซึ่งเป็นข้อมูลย้อนกลับที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลการกระทำของผู้เรียนว่าถูกหรือผิด และจะมีคำอธิบายรายละเอียดหรือเหตุผลเกี่ยวกับผลการกระทำของผู้เรียน โดยทั่ว ๆ ไป ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกรายละเอียดมักจะอยู่ในคำตอบที่ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลถึงคำตอบที่ไม่ถูกต้อง และชี้ให้เห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องควรจะเป็นอย่างไร

นาร์ซิสส์ (Narciss. 2006: 135-136) ได้แบ่งลักษณะของข้อมูลย้อนกลับตามเนื้อหา ดังนี้

1) ข้อมูลย้อนกลับแบบยืนยันผลของการกระทำ (Knowledge of Result/Response/KR) เป็นข้อมูลที่บอกให้ผู้เรียนรู้ผลของการกระทำว่าถูกหรือผิด

2) ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกข้อถูก (Knowledge of The Correct Result/KCR) เป็นข้อมูลที่บอกหรือบ่งชี้ถึงคำตอบที่ถูกต้อง

3) ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด (Elaborated Feedback) เป็นข้อมูลที่อธิบายรายละเอียดของการทำงาน ได้แก่ 1) กฎของการทำงาน ข้อจำกัดของการทำงาน 2) กระบวนการทำงาน 3) ข้อผิดพลาดของการทำงาน 4) การดำเนินการของงาน กลยุทธ์ในการทำงาน ชี้แนะด้วยคำถาม 5) กลยุทธ์ทางอภิปัญญาหรือคำถามชี้นำทางอภิปัญญา

กล่าวโดยสรุปข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไป สามารถแบ่งได้ 4 รูปแบบตามรายละเอียดของข้อมูลที่ให้แก่ผู้เรียน ได้แก่ ข้อมูลย้อนกลับแบบยืนยันผลของการกระทำ เป็นข้อมูลที่บอกผลของการกระทำของผู้เรียนว่าถูกหรือผิด ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกข้อถูก เป็นข้อมูลที่บอกผลของการกระทำของผู้เรียนว่าถูกหรือผิด และแนวทางหรือข้อมูลของคำตอบที่ถูกต้อง อธิบายว่าทำไมคำตอบจึงถูกต้อง ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด เป็นข้อมูลที่บอกผลของการกระทำของผู้เรียนว่าถูกหรือผิด พร้อมทั้งอธิบายรายละเอียดหรือเหตุผลเกี่ยวกับคำตอบที่ถูกต้อง และอธิบายถึงคำตอบที่ผิด ข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะหรือแบบให้การวิเคราะห์ เป็นข้อมูลที่บอกผลของการกระทำของผู้เรียนว่าถูกหรือผิด แล้วชี้แจงเกี่ยวกับการกระทำที่ผิด โดยยกตัวอย่างเปรียบเทียบให้หาเหตุผลของการกระทำที่ผิด และแนะแนวทางคำตอบที่ถูกต้อง

การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนที่ดีต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ ประกอบ โดยควินตันและสมอลโบน (Quinton; & Smallbone. 2010: 128) กล่าวว่า ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพต้องมีลักษณะ คือ ตรงประเด็น (Accurate) ทันทีทันใด (Timely) ครบถ้วน (Comprehensive) และเหมาะสม (Appropriate) อย่างไรก็ดี ผู้เรียนหลายคนอาจไม่เข้าใจข้อมูลย้อนกลับและแปล

ความหมายไม่ถูกต้อง นอกจากนี้ข้อมูลย้อนกลับยังสามารถกระทบต่อความภูมิใจในตนเอง (Self-esteem) ของผู้เรียนได้ (Quinton; & Smallbone. 2010: 128; citing Higgins. 2000) จึงเป็นที่มาของการศึกษา ข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุง (Feed forward)

ข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุง

คาร์เลส (Carless. 2006: 225) กล่าวว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุง (Feed forward) เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เน้นสภาพการณ์ในอนาคต เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเป็นการเพิ่มสมรรถนะในการทำงานที่ครูผู้สอนประเมิน ข้อมูลย้อนกลับที่ดีไม่ควรมีแต่ความคิดเห็นต่อผลงานเท่านั้น แต่ควรมีการแนะนำสิ่งที่ดีควรกระทำในครั้งต่อไป (Brown. 2007: 1) ข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุง (Feed forward) เป็นการให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องแนวทางการพัฒนาหรือปรับปรุงผลงานของผู้เรียนในอนาคต โดยไม่กล่าวถึงจุดด้อยในสภาพปัจจุบัน มีลักษณะเน้นสิ่งที่ต้องการให้เกิดในอนาคต และไม่กล่าวถึงสิ่งที่ผ่านไปแล้ว (ดาวเรือง ลุมทอง. 2553: 11) โดยโกลสมิท (Goldsmith. 2002: 45-51) ได้เสนอเหตุผลที่ควรใช้ข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุง แทนการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปดังต่อไปนี้

1) อนาคตเป็นสิ่งที่สร้างขึ้นมาได้ แต่อดีตเปลี่ยนแปลงไม่ได้ เราจึงควรเน้นสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไปในด้านบวก แทนความผิดพลาดที่ผ่านมาแล้ว

2) การชี้แนะให้ถูกดีกว่าการบอกว่าผิด เนื่องจากข้อมูลย้อนกลับในทางลบส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการป้องกันตนเองเมื่อถูกตำหนิ และผู้สอนหรือผู้ประเมินเองก็รู้สึกไม่สบายใจ ขณะที่การให้ข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุงทำให้ทั้งผู้เรียนและผู้สอนรู้สึกดี เพราะเป็นการเน้นวิธีปรับปรุงและพัฒนาผลงาน

3) ข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุง เหมาะกับผู้ที่มีความเชื่อมั่นในตนเอง เพราะจะมีความสนใจในความคิดที่ช่วยให้ถึงเป้าหมายและต่อต้านการถูกตำหนิ

4) ข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุงเปิดกว้างให้ทุกคนได้ประเมินผลงาน หากมีความเข้าใจงานนั้น ดังนั้น ผู้ถูกประเมินสามารถเรียนรู้การพัฒนาผลงานได้แม้ไม่รู้จากผู้ประเมิน แต่ผู้ประเมินควรรู้จักผู้ถูกประเมินบ้าง ไม่เช่นนั้นการให้ข้อมูลย้อนกลับจะทำได้ยาก

5) ข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุงมีความเป็นกลาง ขณะที่ข้อมูลย้อนกลับทั่วไปอาจกระทบต่อความรู้สึกได้ แม้ข้อมูลย้อนกลับที่เกี่ยวกับการวิพากษ์ผลงาน ก็อาจถูกมองว่ามีเรื่องส่วนตัวเข้ามาเกี่ยวข้อง แต่ข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุงจะไม่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกส่วนตัว เนื่องจากเป็นการกล่าวถึงอนาคตที่ยังไม่เกิดขึ้น

6) ข้อมูลย้อนกลับที่มีการเน้นย้ำข้อผิดพลาด อาจทำให้เกิดความผิดพลาดซ้ำอีกในครั้งต่อไป แต่ข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุงอยู่บนแนวคิดที่ว่า มนุษย์สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางบวกได้

7) ข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุงครอบคลุมสิ่งที่จะสื่อได้เท่ากับข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไป แต่ข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุงจะเน้นการแก้ไขปัญหา และนำเสนอเพียงด้านบวกที่แคบกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไป สามารถครอบคลุมประเด็นสำคัญและส่งผลดีกว่า

8) ข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุงใช้เวลาอย่างน้อยแต่ให้ผลดี ผู้ถูกประเมินใช้เวลาโดยตรงแนวทางพัฒนาหรือปรับปรุงผลงาน เพื่อพิจารณาหาแนวทางที่ดีที่สุด ขณะที่ข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปนั้น จะมีการถกเถียงกัน ซึ่งใช้เวลามากและไม่เกิดประโยชน์แต่อย่างใด

9) ข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุงเกี่ยวกับการเสนอความช่วยเหลือ ซึ่งเหมาะกับคนทุกระดับ แต่ข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปนั้นจะสัมพันธ์กับการตัดสินคุณค่า หากไปใช้กับเพื่อนหรือคนที่อยู่ระดับสูงกว่า อาจส่งผลในด้านลบได้

แนวคิดดังกล่าวนี้สอดคล้องกับไลซาโควสกีและวอลเบิร์ก (Siewert. 2011: 18; citing Lysakowski; & Walberg. 1982) ที่เชื่อว่าครูผู้สอนควรพิจารณาการใช้ข้อมูลย้อนกลับแบบแก้ไขให้ถูกต้อง (Corrective Feedback) บนหลักการ 3 ข้อ ข้อแรกคือ ผู้เรียนไม่ควรเสียเวลาทำงานให้เสร็จกับคำตอบที่ผิด ข้อต่อมาคือ ครูควรใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพโดยการแก้ไขสิ่งที่ผิดในผลงานให้ถูกต้อง ข้อสุดท้ายคือ ผู้เรียนควรได้รับทราบผลการกระทำที่ถูกต้องก่อนเริ่มบทเรียนที่สูงขึ้นในครั้งต่อไป ข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุงยังสอดคล้องกับการศึกษาของพาร์เกอร์และบอร์ธาน (Parker; & Baughan. 2009: 254) ที่พบว่าผู้เรียนรู้สึกทางบวกต่อข้อมูลย้อนกลับเมื่อระดับความสำเร็จ (Level of Achievement) และการปรับปรุงในครั้งต่อไป (Future Development)

กล่าวโดยสรุป ข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุง เป็นการให้ข้อมูลที่เน้นแนะแนวทางที่ผู้เรียนจะต้องทำต่อไปในอนาคตเพื่อให้ประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ โดยไม่กล่าวถึงจุดด้อยในสภาพปัจจุบัน และไม่กล่าวถึงสิ่งที่ผ่านไปแล้ว ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการแก้ไขงานหรือพัฒนางานไปสู่ความสำเร็จ

จากการศึกษาข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปและแบบชี้แนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไข สามารถอธิบายได้ว่าข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปมักจะกล่าวถึงการกระทำของผู้เรียน มุ่งบอกผลที่เกิดจากการกระทำของผู้เรียน ทำให้ทราบความก้าวหน้าด้านการเรียนของผู้เรียน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน เป็นแนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่อง ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มเติม และเกิดประสิทธิภาพในการทำกิจกรรมครั้งต่อไป ส่วนข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะเพื่อการปรับปรุงเน้นแนะแนวทางที่ผู้เรียนจะต้องทำต่อไปเพื่อให้ประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ โดยไม่กล่าวถึงจุดด้อยในสภาพปัจจุบัน มีลักษณะเน้นสิ่งที่ต้องการให้เกิดในอนาคต และไม่กล่าวถึงสิ่งที่ผ่านไปแล้ว เนื่องจากการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งแบบทั่วไปและแบบชี้แนะเพื่อการปรับปรุงมีข้อดี คือ ทำให้ผู้เรียนทราบผลการกระทำของตนเอง ทราบวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และฝึกให้ผู้เรียนเป็นนักคิดวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกิดข้อผิดพลาด รวมถึงบอกสิ่งที่นักเรียนทำได้ดีแล้ว และแนะแนวทางที่ผู้เรียนควรจะต้องทำต่อไปในอนาคตเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการเรียนรู้ ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลย้อนกลับแบบทั่วไปและข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะมาพัฒนาเป็นข้อมูลย้อนกลับรูปแบบใหม่ที่มีลักษณะผสมผสานระหว่างการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีการบอกผู้เรียน

ว่าการกระทำของตนนั้นถูกหรือผิด คำตอบที่ถูกคืออะไร อธิบายว่าทำไมคำตอบจึงถูก และทำไมคำตอบจึงผิด พร้อมทั้งแนะนำการแก้ปัญหา หรือวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง โดยการยกตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ผู้เรียนกำลังเผชิญ เพื่อให้ผู้เรียนได้เปรียบเทียบและเห็นสิ่งที่ผิดและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และบอกสิ่งที่นักเรียนทำได้ดีแล้ว แนะนำทางสิ่งที่นักเรียนจะต้องทำต่อไปในอนาคตเพื่อจะได้แก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง เรียกข้อมูลย้อนกลับแบบนี้ว่า ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม ซึ่งการให้ข้อมูลลักษณะนี้ตรงกับประสิทธิภาพของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ดี 3 ข้อ ของแฮตตีและทิมเปอร์เลย์ (Hattie; & Timperley. 2007: 87) คือ 1) ต้องสามารถกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียน โดยบอกได้ผู้เรียนกำลังจะไปไหน (Feed up) 2) ต้องเป็นข้อมูลที่มีคุณค่าเกี่ยวกับความสำเร็จและความต้องการของผู้เรียน โดยบอกผู้เรียนว่าจะต้องทำอะไร (Feedback) 3) กระตุ้นผู้เรียนว่าจะต้องทำอะไรต่อไป (Feedforward) เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ และทำให้ผู้เรียนตระหนักในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องสอดคล้องกับการประเมินผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ให้มีความสำคัญกับการประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของผู้เรียน (Improve Student Learning) การประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for Learning) และใช้การประเมินเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ (Assessment as Learning)

2.3 หลักการให้ข้อมูลย้อนกลับ

กิลฟอร์ด (Cilford. 1981: 4) ได้สรุปหลักทั่วไปของการให้ข้อมูลย้อนกลับไว้ดังนี้ 1) การให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นสิ่งจูงใจในการเรียนแก่ผู้เรียน 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับช่วยให้ผู้เรียนปรับปรุงการกระทำของตนเองให้ดีขึ้น 3) การให้ข้อมูลย้อนกลับในลักษณะจำเพาะเจาะจง (Specific Feedback) จะทำให้ผู้เรียนปรับปรุงการเรียนได้ดีกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับในลักษณะการให้รายละเอียด (Detailed Feedback) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงแรกของการเรียนรู้ในสิ่งที่มีความซับซ้อนมาก 4) การให้ข้อมูลย้อนกลับควรให้ตรงต่อเวลา 5) การลดการให้ข้อมูลย้อนกลับมีผลทำให้ผู้เรียนเริ่มปฏิเสธการเรียนรู้ยิ่งขึ้น 6) เมื่อไม่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับผู้เรียนจะพยายามใช้วิธีการอื่นแทน เช่น ดูของเพื่อนแล้วตัดสินใจด้วยตนเอง

นิโคลและแมกซ์ฟาเลนน์ ดิก (Nicol; & Macfarlane-Dick. 2006: 205) ได้ให้หลักการของการปฏิบัติในการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ดีดังนี้ 1) ช่วยชี้แจงสิ่งที่เป็นผลงานที่ดี (เป้าหมายเกณฑ์มาตรฐานที่คาดหวัง) 2) อำนวยความสะดวกในการพัฒนาการประเมินตนเอง (สะท้อน) ในการเรียนรู้ 3) ให้ข้อมูลที่มีคุณภาพสูงให้กับนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้ของพวกเขา 4) ส่งเสริมให้มีการเจรจาครูและเพื่อนรอบ ๆ การเรียนรู้ 5) ส่งเสริมให้มีความเชื่อในเชิงบวกสร้างแรงบันดาลใจและการเห็นคุณค่าในตนเอง 6) ให้โอกาสในการปิดช่องว่างระหว่างประสิทธิภาพในปัจจุบันและความต้องการ และ 7) ให้ข้อมูลกับครูผู้สอนและสามารถนำมาใช้เพื่อช่วยให้การเรียนการสอน

เอล และแคท (กฤษณะ อ่อนเอื้อน. 2557: 22; อ้างอิงจาก Earl; & Katz. 2006) ได้กล่าวไว้ว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เป็นสิ่งสำคัญที่นำไปสู่การประเมินเพื่อการเรียนรู้ที่จะประสบความสำเร็จ ผู้เรียนเรียนรู้จากการประเมินเมื่อครูผู้สอนให้รายละเอียดข้อมูลย้อนกลับและ

เป็นแนวทางให้ผู้เรียนแต่ละคน ใช้เป็นคู่มือหรือการเรียนรู้ของตัวเอง การให้ข้อมูลย้อนกลับสำหรับการเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งของเทคนิคกระบวนการสอน เมื่อข้อมูลที่ได้จะต้องมีกระบวนการพัฒนาการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและสร้างสรรค์ ข้อมูลย้อนกลับเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างครูซึ่งเป็นผู้ประเมินกับการเรียนรู้ของผู้เรียน และการติดตามการประเมิน

แฮตตี และทิมเพอร์เลย์ (Hattie; & Timperley. 2007: 90-97) ได้สรุปไว้ว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับของครูสามารถดำเนินการได้ 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) การให้ผลสะท้อนกลับเกี่ยวกับผลงาน (Feedback about the Task) ว่าผลงานที่ปฏิบัติดีหรือไม่ ถูกต้องหรือไม่ เช่น การแก้โจทย์ปัญหาข้อนี้ถูกต้อง หรือการแก้โจทย์ปัญหาข้อนี้ผิด 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับกระบวนการ (Feedback about the Process of the Task) ว่ากระบวนการที่ใช้ในการปฏิบัติงานมีข้อบกพร่องอย่างไร จะแก้ข้อบกพร่องของกระบวนการอย่างไร มีทางเลือกในการปฏิบัติงานด้วยวิธีอื่นหรือไม่ เช่น นักเรียนลองตรวจสอบดูใหม่ซิ ว่าการแก้โจทย์ปัญหาข้อนี้ยังมีข้อบกพร่องตรงไหน หรือการแก้โจทย์ปัญหาข้อนี้ถูกต้องแล้วแต่มีวิธีการแก้โจทย์ปัญหาวิธีการอื่นหรือไม่ หรือขณะที่แก้โจทย์ปัญหา นักเรียนคุยกับเพื่อนอยู่ นักเรียนลองนั่งทำคนเดียวไม่คุยกับเพื่อนดูซิว่าคำตอบจะเหมือนเดิมหรือไม่ 3) การให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการกำกับติดตามตนเอง (Feedback about Self-Regulation) ว่านักเรียนต้องตรวจสอบผลงานได้อย่างไร เช่น นักเรียนทำแบบฝึกหัดไม่ทันเวลา คราวหน้านักเรียนจะอย่างไรให้ทันเวลา หรือ คราวนี้นักเรียนลืมนำงานมาส่งครู จะอย่างไรไม่ให้นักเรียนลืมนอีก 4) การให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการประเมินตนเอง (Feedback about the Self as a Person) ว่าผลงานของตนเองเป็นอย่างไร เมื่อเทียบกับเกณฑ์มีคุณภาพระดับใด เช่น นักเรียนพอใจในผลงานของตนเองหรือยัง หรือ ผลงานของนักเรียนมีคุณภาพระดับใด หรือ ถ้าครูให้โอกาสปรับปรุงผลงานอีกครั้ง นักเรียนจะปรับปรุงหรือไม่ ถ้าปรับปรุงจะปรับปรุงอย่างไร

ไอรอน (Irons. 2008: 6-30) ได้สรุปหลักการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ดีควรมีลักษณะดังนี้ 1) เป้าหมายการประเมินชัดเจน ผู้เรียนเข้าใจตรงกัน 2) ข้อมูลย้อนกลับสามารถวัดสถานะเรียนรู้ของผู้เรียนได้ 3) ข้อมูลย้อนกลับควรเป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้สถานการณ์เรียนรู้ของผู้เรียนมุ่งไปสู่เป้าหมายการประเมิน 4) ข้อมูลย้อนกลับเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนควรมีคุณภาพและประสิทธิภาพในการแนะนำให้ผู้เรียน และยังได้รวบรวมการปฏิบัติเกี่ยวกับข้อมูลย้อนกลับ (Feedback Practice) ที่ไม่มีประสิทธิภาพไว้ ซึ่งครูผู้สอนควรหลีกเลี่ยงมิให้เกิดขึ้น ดังนี้

1) การไม่ให้ข้อมูลย้อนกลับ นอกจากจะไม่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้เพิ่มเติมในตัวผู้เรียนแล้วยังทำให้ผู้เรียนไม่แน่ใจถึงสิ่งที่ตนได้เรียนรู้ไปอีกด้วยว่าผิดถูกอย่างไร ทั้งหมดนี้ส่งผลต่อแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนไม่ร่วมมือกับการประเมินในภายภาคหน้าได้อีกด้วย

2) การให้ข้อมูลย้อนกลับล่าช้า ซึ่งมีผลเท่ากับการไม่ให้ข้อมูลย้อนกลับเลย การให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างทันท่วงทีส่งผลต่อการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ครูผู้สอนควรจัดสมดุลระหว่างภาระงานและการให้ข้อมูลย้อนกลับ หรือใช้การประเมินจากกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน (Peer Assessment) เพื่อลดปัญหาภาระงานลง

3) การให้คะแนนในรูปตัวเลขเพียงอย่างเดียว ทำให้ผู้เรียนลดความสนใจต่อการประเมิน และหมดความพยายามที่จะนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ให้เกิดประโยชน์ และส่งผลด้านลบต่อผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำ ซึ่งไอรอน เสนอให้ใช้วิธีดังนี้ คือ ไม่ให้คะแนนในรูปตัวเลขเลย หรือให้คะแนนหลังจากที่ให้ผู้เรียนย้อนกลับไปแล้ว หรือให้คะแนนภายหลังจากผู้เรียนได้สะท้อนข้อมูลย้อนกลับสู่ผลงาน

4) การให้ข้อมูลย้อนกลับที่ขัดแย้งกัน ซึ่งอาจแสดงในรูปข้อมูลย้อนกลับที่ขัดแย้งกับคะแนนผลงานนั้น นอกจากจะทำให้ผู้เรียนสับสนแล้ว ยังไม่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายของการประเมินอีกด้วย

5) การให้ข้อมูลย้อนกลับที่ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในบทเรียนที่มีผู้สอนหลายคน หรือการที่ผู้สอนจำนวนมากตรวจผลงานเดียวกันของผู้เรียนหลาย ๆ คน ทำให้เกิดความเหลื่อมล้ำในการให้ข้อมูลย้อนกลับ

6) การให้ข้อมูลย้อนกลับที่ไม่เกิดประโยชน์ ซึ่งมักมีลักษณะคือ วิพากษ์วิจารณ์เกินควร ไม่มีจุดเน้นเฉพาะ ไม่ระบุสิ่งที่ต้องการในการเรียนรู้ หรือระบุถ้อยคำที่ผู้เรียนไม่อาจเข้าใจได้ เช่น “สับสน” “โดยรวมแล้วดี” “เหมาะสม” “ระวังการขึ้นต้นประโยค” เป็นต้น นอกจากนี้การเสียดสีสามารถลดแรงจูงใจในการพัฒนาตนเองได้ ส่วนการมุ่งเน้นประเด็นพื้นฐานแต่ละเลยประเด็นที่สำคัญกว่า ก็ส่งผลลบต่อการเรียนรู้เช่นกัน เช่น การเน้นการสะกดคำในงานเขียน โดยไม่พิจารณาถึงผลการเรียนรู้ที่ซับซ้อนกว่านั้น เช่น การคิดวิเคราะห์

สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต (2549: 202-203) กล่าวถึงหลักในการใช้การให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างมีประสิทธิภาพไว้ดังนี้ 1) ควรให้ข้อมูลย้อนกลับที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมในทางบวก 2) ข้อมูลย้อนกลับที่ให้นั้นต้องชัดเจน และเป็นข้อมูลที่แท้จริงของพฤติกรรมที่เกิดขึ้น 3) ควรให้ข้อมูลย้อนกลับที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าในการแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ 4) การให้ข้อมูลย้อนกลับในระยะเริ่มแรกต้องให้ข้อมูลย้อนกลับในทันที และเมื่อเกิดการเรียนรู้แล้ว จึงให้ข้อมูลย้อนกลับแบบยืดเวลา 5) ควรมีการบันทึกข้อมูลย้อนกลับไว้อย่างชัดเจนทุกครั้ง 6) ผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับจะต้องเป็นบุคคลที่ผู้ถูกปรับพฤติกรรมเชื่อถือ และได้รับการยอมรับว่าเป็นผู้มีความตั้งใจและจริงใจในการให้ข้อมูลย้อนกลับ 7) ควรอธิบายให้ผู้ถูกปรับพฤติกรรมเห็นความสำคัญของข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปปรับปรุงพฤติกรรมของตนเองให้ดีขึ้น 8) ให้ผู้ที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับกำหนดพฤติกรรมเป้าหมายที่ตนต้องการจะปรับปรุง พฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการให้ข้อมูลย้อนกลับนั้นควรจะเป็นพฤติกรรมที่สังเกตเห็นได้ชัดเจน 9) การให้ข้อมูลย้อนกลับ ควรใช้ควบคู่กับการเสริมแรงทางบวก

ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ (2551: 102-106) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีคุณภาพควรมีลักษณะสำคัญ 11 ประการดังนี้ 1) จุดประสงค์ชัดเจน 2) มุ่งเน้นผลงาน 3) จำเพาะเจาะจง 4) ไม่มากไม่น้อย 5) ทันทีทันใด 6) ไม่ทำลายชิ้นงาน 7) ระวังคำชม 8) ระวังคะแนน 9) ให้เวลาทำความเข้าใจ 10) ส่งเสริมการให้ข้อมูลย้อนกลับ 11) สร้างบรรยากาศ

อนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม (2555: 22-23) ได้สรุปหลักการให้ข้อมูลย้อนกลับไว้ว่า ควรให้ อย่างทันทีหลังจากผู้เรียนตอบสนอง หากทำให้ผู้เรียนได้ทราบผลการเรียนรู้เร็วเท่าใดจะทำให้ การเรียนรู้ของผู้เรียนมีผลดีมากชิ้นเท่านั้น ข้อมูลย้อนกลับต้องมีความตรงประเด็น ครอบคลุม เนื้อหา และภาษาที่ใช้มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน มีคำอธิบายพร้อมชี้แจงเหตุผลว่า คำตอบนี้ถูกหรือผิดเพราะเหตุใด ข้อมูลย้อนกลับควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกำลังใจหรือปรับปรุง พัฒนาตนเองให้ดีขึ้น

โชติมา หนูพริก (2558: 28) ได้กล่าวถึงสิ่งสำคัญเกี่ยวกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ ประกอบด้วยคุณลักษณะ 7 ประการ ดังนี้ 1) ควรให้ข้อมูลย้อนกลับที่ส่งเสริมความสำเร็จของผู้เรียน 2) ถ้านักเรียนรู้สึกปลอดภัยจะเกิดการเรียนรู้และพัฒนาได้มากขึ้น 3) ข้อมูลย้อนกลับจากผู้เรียนที่มี ประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนรู้ 4) ให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างหลากหลาย ครอบคลุม คุณภาพผลงาน กระบวนการทำงาน การกำกับตนเองและคุณลักษณะส่วนบุคคล 5) ข้อมูลย้อนกลับ ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมักเกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้ 6) การให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งกัน และกันเป็นสิ่งสำคัญของการเรียนรู้ 7) ให้นักเรียนกำหนดเป้าหมายของตนเองอยู่เสมอ แล้วให้ ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นประโยชน์ต่อการบรรลุเป้าหมายของแต่ละคน

กล่าวโดยสรุป การให้ข้อมูลย้อนกลับที่ดีจะต้องมีความเหมาะสมกับความสามารถของ ผู้เรียน และเกิดขึ้นในเวลาที่เหมาะสม และจะต้องมีเนื้อหาหรือภาษาที่เข้าใจง่าย ชัดเจน ตรง ประเด็น ครอบคลุม บ่งชี้ให้ผู้เรียนเห็นถึงผลลัพธ์ ความสำเร็จในการเรียนรู้ว่าต้องมีกระบวนการหรือ จะทำอย่างไรให้บรรลุถึงเป้าหมายการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และรู้จักจุดเด่น จุด ด้อยของตนเอง และสามารถนำข้อมูลย้อนกลับที่ได้รับไปพัฒนาแก้ไขข้อบกพร่องของตนเอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีกำลังใจในการเรียน มากกว่าตัดสินผู้เรียนเพียงถูกหรือผิดเท่านั้น

2.4 วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

การให้ข้อมูลย้อนกลับในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนนั้นมีหลายวิธี ดังนี้

ซัลลิแวน และฮิกกินส์ (โสธยา หนูทอง. 2546: 46; อ้างอิงจาก Sullivan & Higgins. 1983: 46-47) ได้แบ่งวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) การให้ข้อมูลย้อนกลับสำหรับคำตอบปากเปล่า ในแต่ละสถานการณ์มีวิธีการ ดังนี้

1.1) เมื่อผู้เรียนตอบถูก ควรพูดว่า ดี ดีมาก

1.2) เมื่อผู้เรียนตอบผิดหรือไม่ตอบ ควรบอกคำตอบที่ถูกต้องแก่ผู้เรียนแล้วให้

นักเรียนกล่าวคำตอบนั้นซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เมื่อผู้เรียนลังเล ควรเสนอคำตอบให้ผู้เรียนเพ

การให้ข้อมูลย้อนกลับ

2.1) เขียนติชม หรือ

2.3) ตรวจคืนให้นักเรียนแล้วทบทวนคำตอบอีกครั้งหนึ่ง สำหรับแบบฝึกหัดที่ง่าย ๆ หรือสั้น ๆ ควรทบทวนทุกข้อ แต่ถ้าเป็นแบบฝึกหัดยาว ๆ ควรทบทวนเฉพาะส่วนที่สำคัญเท่านั้น

2.4) ครูตรวจหรือบอกคำตอบที่ถูกต้องแล้วให้นักเรียนตรวจเอง พร้อมทั้งให้นักเรียน แก้ที่ผิดให้ถูกต้อง

บรู๊ค ฮาร์ท (Brookhart, 2008: 31-47) ได้กล่าวถึงวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพสำหรับนักเรียน ดังนี้

1) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการเขียนจะต้องไม่เป็นคำสั่ง ต้องเป็นคำอธิบายที่ช่วยให้นักเรียนสามารถควบคุมตนเองสำหรับการเรียนรู้ และรู้ว่าตนเองจะต้องทำอะไรต่อไป โดยจะต้องมีความชัดเจนและมีความเฉพาะเจาะจง ซึ่งการเขียนข้อมูลย้อนกลับมักจะเขียนไว้บนงานเพื่อเป็นหลักฐาน หรือบันทึกตามเกณฑ์รูปิกหรือไว้บนหน้าปกของงาน

2) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการพูด มี 2 ลักษณะได้แก่

2.1) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการพูดคุยเป็นรายบุคคล เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบส่วนตัวที่เฉพาะเจาะจงเป็นประโยชน์สูงสุดต่อการเรียนรู้ของนักเรียน สามารถระบุจุดแข็ง จุดอ่อนของผู้เรียนแต่ละคนได้ และนักเรียนจะไม่มีกังวลเกี่ยวกับปฏิกิริยาของเพื่อนเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ แต่อย่างไรก็ตามการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบนี้ยังมีข้อจำกัด คือ ใช้เวลามากในการให้ข้อมูลย้อนกลับ และนักเรียนอาจจะจำได้เพียงบางส่วนซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดจากการพูดคุย และอาจทำลายความเชื่อมั่นในตนเองมากเกินไป

2.2) การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการพูดคุยเป็นกลุ่ม เป็นเรื่องปกติของการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน เป็นการอธิบายโดยภาพรวมว่าทำไมการแก้ปัญหาหรือคำตอบของคำถามถึงถูกหรือทำไมถึงผิด ทำให้มีความเข้าใจในปัญหาแบบเฉพาะเจาะจงมากขึ้น และนักเรียนยังสามารถเรียนรู้จากข้อเสนอแนะอื่น ๆ ของเพื่อนร่วมชั้นได้

วิภาวรรณ วงษ์สุวรรณ คงเผ่า (2552: 26) ได้สรุปวิธีการในการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยครูผู้สอน ไว้ดังนี้

1) การทำเครื่องหมาย (Marking) เป็นวิธีการดั้งเดิมในการให้ข้อมูลย้อนกลับของผู้เรียน โดยครูผู้สอนจะใช้ปากกาหรือดินสอทำเครื่องหมายลงในงานหรือแบบฝึกหัดของผู้เรียน ซึ่งเครื่องหมายเหล่านี้อาจเป็นคำหรือสัญลักษณ์ที่ทำให้รวดเร็ว เช่น การทำเครื่องหมายถูกผิด การขีดเส้นใต้ หรือสัญลักษณ์อื่น ๆ แต่ผู้สอนบางคนใช้เวลาในการแก้ไขงานของผู้เรียนมากกว่าเวลาที่ผู้เรียนใช้ในการสังเกตข้อแก้ไขเหล่านั้น ดังนั้นผู้สอนควรปรับเปลี่ยนสื่อที่ใช้ ช่วงเวลา และจุดประสงค์ให้มีความหลากหลายและใช้อย่างเหมาะสมในการให้ข้อมูลย้อนกลับผู้เรียนเพื่อแก้ปัญหาที่กล่าวมา

2) การพูดคุยกับผู้เรียนตัวต่อตัว โดยผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสนทนาเกี่ยวกับการเรียนรู้ของตนเอง ทั้งนี้รวมถึงการแสดงความคิดเห็นและถามคำถามด้วยการพูดคุยนี้มีประโยชน์หลายประการ กล่าวคือ ช่วยให้ผู้สอนให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นรายบุคคล ผู้เรียนสามารถถามเกี่ยวกับข้อมูลย้อนกลับของผู้สอนเพื่อเข้าใจได้ชัดเจน และข้อมูลย้อนกลับด้วยวาจาสามารถทดแทน

วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นการเขียนได้ อย่างไรก็ดี วิธีนี้อาจทำได้ไม่ทั่วถึงในชั้นเรียนที่มีผู้เรียนจำนวนมาก แต่ผู้สอนอาจแก้ปัญหาโดยมีการสลับผู้เรียนที่จะมาสนทนากับผู้สอนในแต่ละวัน

3) การรวบรวมข้อมูลย้อนกลับ เป็นวิธีการที่ผู้สอนรวบรวมข้อมูลย้อนกลับของผู้เรียนทุกคน โดยผู้สอนเป็นผู้บันทึกเกี่ยวกับงานหรือแบบฝึกหัดของผู้เรียนแต่ละคน หลังจากนั้นจึงรวบรวมและจัดกลุ่มข้อมูลนั้นไว้ และนำเสนอแก่ผู้เรียนในชั้นเรียนด้วยวาจา ด้วยการเขียนลงในกระดาษ หรือเขียนบนกระดานดำ วิธีการนี้เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยรวมของทั้งชั้นเรียน ซึ่งวิธีดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อการผู้เรียน กล่าวคือ จะไม่มีการระบุผู้ทำข้อผิดพลาด นอกจากนี้ยังทำให้ผู้เรียนกระตือรือร้นจะพิจารณาการเรียนรู้หรือการทำงานของตนเองเพื่อหาเหตุผลรองรับสำหรับข้อสังเกตเหล่านั้น อีกทั้งงานหรือแบบฝึกหัดที่ผู้เรียนรับคืนจะไม่มีความคิดเห็นที่จะทำให้ผู้เรียนไม่สบายใจด้วย

กระทรวงศึกษาธิการ (2557: 38) ได้กล่าวถึงการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน โดยให้ข้อมูลย้อนกลับ 2 ทาง (Two-way) คือ นักเรียนให้ครู ครูให้นักเรียน ซึ่งสามารถทำได้โดยทางวาจา หรือการเขียนสั้น ๆ หรือเขียนพอประมาณ สำหรับนักเรียนแต่ละคนครูอาจให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกัน บางคนใช้วิธีการคุยส่วนตัว บางคนใช้วิธีการเขียนไว้ในสมุดการบ้านแล้วให้นักเรียนมาเขียนตอบ

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2560: 64) ได้กล่าวถึงรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ ไว้ดังนี้

1) วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการเขียนให้มีประสิทธิภาพ ในการเขียนครูจำเป็นต้องเลือกให้คำหรือวลีที่มีความเหมาะสม เพราะสิ่งเหล่านี้จะสร้างคุณค่าให้แก่นักเรียน รวมไปถึงการสนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยอาจจะเขียนลงในงานของนักเรียน เขียนโดยอ้างอิงเกณฑ์ (Rubrics) หรือเขียนลงในใบงานของนักเรียน โดยมีวิธีการเขียนการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ดี ดังนี้

1.1) หลีกเลี่ยงการใช้ปากกาหมึกสีแดงเพราะทำให้นักเรียนรู้สึกว่าการงานของตนมีข้อผิดพลาด

1.2) เขียนการให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยลายมือที่อ่านง่าย

1.3) เขียนการให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยข้อความที่เข้าใจง่าย มีนัยทางบวก

1.4) เขียนการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้เทคนิค Sandwich 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนแรกการเขียนข้อความชมเชย โดยนำข้อดีของนักเรียนกล่าวขึ้นต้น จากนั้นให้เขียนข้อความที่ต้องการให้ปรับปรุง แก้ไข และขั้นตอนสุดท้ายให้เขียนข้อความที่เป็นเชิงบวกโดยกล่าวถึงสิ่งที่เป็นผลจากการปรับปรุงผลงานนั้น ๆ

2) วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการพูดให้มีประสิทธิภาพ การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการพูดอาจทำได้ทั้งในลักษณะของบุคคลหรือกลุ่ม ทั้งนี้ครูต้องสังเกตควบคู่ เพื่อการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ปัจจุบันยังนิยมการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้สื่อทางการศึกษา เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งการใช้ข้อมูลย้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นที่นิยมในปัจจุบัน มีความสะดวก และสามารถกำหนดรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที การให้ข้อมูลย้อนกลับล่าช้า หรือแม้กระทั่งให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเลือกการรับข้อมูลย้อนกลับ แต่อย่างไรก็ตามการทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ยังมีข้อจำกัดสำหรับโรงเรียนหรือห้องเรียนที่ไม่มีความพร้อมทางเทคโนโลยี และไม่สามารถเกิดขึ้นได้กับการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนทุกห้องเรียน

ในการให้ข้อมูลย้อนกลับมีหลายวิธีขึ้นอยู่กับสถานการณ์ที่ต่างกันออกไป หากครูซึ่งเป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับมีความเข้าใจและให้ข้อมูลย้อนกลับในวิธีที่เหมาะสมกับนักเรียน ก็จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนทั่ว ๆ ไป บางครั้งผู้สอนอาจใช้วิธีการตั้งคำถามในห้องเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้เรียนทั้งห้อง หรือในบางครั้งอาจให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นรายบุคคลจากการตรวจการบ้านหรือแบบฝึกหัด แต่อย่างไรก็ดี การให้ข้อมูลย้อนกลับในห้องเรียนไม่ได้เกิดขึ้นทุก ๆ คาบเรียน หรืออาจจะเกิดขึ้นแต่ยังไม่มีแบบแผนที่ชัดเจน ส่งผลให้การให้ข้อมูลย้อนกลับยังไม่มีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเท่าที่ควร จากผลการวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล ซึ่งได้รับการทำแบบฝึกหัด การบ้าน และชิ้นงาน (ดาวเรือง ลุมทอง. 2553: 130-143; สุชาติดา โรจนศัย. 2548: 108-115) และได้รับจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (อนงค์ เมธิพิทักษ์ธรรม. 2555: 108-119; พรพิมล รอดเคราะห์. 2550; พรศรี ลีทวิกุลสมบุรณ์. 2539: 60-70 และสุกัญญา นิมานันท์. 2533: 22-28) ส่งผลต่อการพัฒนางานศิลปะ พัฒนาทักษะการเขียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหา ตามลำดับ และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม ซึ่งได้รับหลังจากการทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลหรือสังเกตพฤติกรรมจากผู้เรียนทั้งห้อง แล้วให้ข้อมูลย้อนกลับพร้อมกันทั้งชั้นเรียน (ศุภลักษณ์ ครุฑทรง. 2555: 129-135; นันทิกานา นาคฉายา. 2546: 100-108) ส่งผลต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถทางการเชื่อมโยง และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตามลำดับ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยใช้ขั้นตอนของการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพพร้อมกับวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ 2 วิธี คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีความเฉพาะเจาะจงและชัดเจนกับตัวบุคคล สามารถชี้ให้ผู้เรียนเห็นถึงจุดเด่น จุดด้อยของผู้เรียน ตลอดจนแนะแนวทางแก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน อันนำไปสู่การพัฒนาตนเอง แต่บางครั้งข้อมูลย้อนกลับที่นักเรียนได้รับอาจทำลายความมั่นใจของนักเรียนก็เป็นได้ และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม เป็นการรวบรวมข้อมูลจากผู้เรียนในชั้นเรียน และให้ข้อมูลย้อนกลับโดยรวมกับทั้งชั้นเรียน ซึ่งจะไม่ระบุผู้ทำข้อผิดพลาด ทำให้ผู้เรียนกระตือรือร้นจะพิจารณาการเรียนรู้หรือการทำงานของตนเองเพื่อหาเหตุผลรองรับสำหรับข้อสังเกตเหล่านั้น แล้วเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถ

ทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันและได้รับวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน อีกทั้งยังศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อีกด้วย

2.5 ผลดีของการให้ข้อมูลย้อนกลับ

ครอสซ์ สตาทซ์ และแมนเดล (Krause; Stark; & Mandl. 2009: 160) กล่าวว่า ข้อมูลย้อนกลับทำให้ผู้เรียนได้เรียนไปตามความสามารถของตนเอง ส่งเสริมการเรียนรู้อย่างชัดเจน ข้อมูลย้อนกลับถูกพิสูจน์แล้วว่ามีความหมายอย่างมากสำหรับผู้เรียนที่มีความรู้เพียงเล็กน้อยก่อนเข้ามาร่วมทำการวิจัย และการให้ข้อมูลเพิ่มเติม (Elaborated Feedback) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสะท้อนข้อมูลของตนเองในขณะนั้น แสดงความรู้ที่มีอยู่ออกมาและผู้สอนจึงควรจัดหาแหล่งข้อมูลเพื่ออธิบายข้อมูลเพิ่มเติมให้ผู้เรียนอย่างเหมาะสม ช่วยแก้ไขความเข้าใจผิดเกี่ยวกับเนื้อหาเหล่านั้น และเติมเต็มช่องว่างของความรู้ให้ผู้เรียน

พรพิมล รอดเคราะห์ (2550: 26-27) ได้กล่าวถึงผลดีของข้อมูลย้อนกลับมีดังนี้ 1) ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนตลอดเวลา 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนครั้งต่อไป เพื่อทราบความก้าวหน้าของตนเอง 3) ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในขณะที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ 4) ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน 5) ทำให้ผู้เรียนทราบข้อบกพร่องและสามารถแก้ไขข้อบกพร่องของตนเองได้

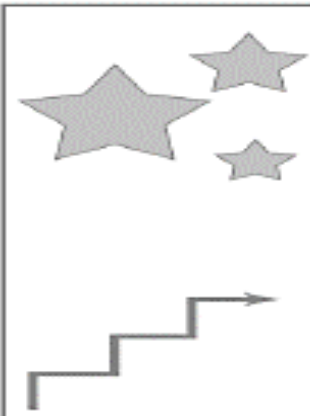
นอกจากนี้ข้อมูลย้อนกลับยังส่งผลดีต่อทั้งผู้เรียนและผู้สอน กล่าวคือ สำหรับผู้เรียน การให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นการให้การเสริมแรงทางบวก ทำให้ผู้เรียนทราบว่า การกระทำของตนเองห่างจากเป้าหมายเพียงใด ก่อให้เกิดความพยายามที่จะปรับปรุงพฤติกรรมตนเองให้เป็นไปตามรูปแบบที่ถูกต้องมากขึ้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเพื่อเป้าหมายที่ต้องการ (สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต. 2549: 36) และยังเป็นแรงจูงใจ (Motivation) ทำให้ผู้เรียนทราบระดับความสำเร็จของตนเอง กระตุ้นให้ผู้เรียนปรับปรุงพฤติกรรม เกิดความภาคภูมิใจในการกระทำ และนำไปสู่วิธีการที่ถูกต้องหรือใกล้เคียงได้ การเปิดโอกาสให้ปรับปรุงตนเองได้ตลอดเวลาจึงเป็นการช่วยลดความเครียด ความวิตกกังวล (อุบลศรี อุบลสวัสดิ์. 2526: 18) ส่วนสำหรับผู้สอน การให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นการสะสมประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน การสรุปเนื้อหาเป็นรายหน่วย ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหามากขึ้น เปิดโอกาสให้ผู้สอนประเมินตนเองอยู่ตลอดเวลาในปัญหาบางประการที่อาจมองข้ามไป และเกิดทัศนคติที่ดีต่อการสอน พร้อมกระตุ้นปรับปรุงการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และนำเรื่องที่เป็นปัญหามาสอนให้ผู้เรียนจนเกิดความกระจ่างในเนื้อหาวิชา มีประโยชน์กับผู้เรียนอ่อน เป็นการลดช่องว่างระหว่างผู้เรียน จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในภาพรวมดีขึ้น นอกจากนี้ ยังเป็นการส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน หลีกเลี่ยงการบอกข้อผิดพลาดแก่ผู้เรียนแบบเผชิญหน้าพร้อมเก็บข้อมูลการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของผู้เรียนได้อย่างครบถ้วน (พงศ์ธรา วิจิตเวชไพศาล. 2552: 33-34)

กล่าวโดยสรุป ผลดีของการให้ข้อมูลย้อนกลับนั้น เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ อย่างเต็มศักยภาพของตน กล่าวคือ การให้ข้อมูลย้อนกลับทำให้ผู้เรียนรู้ผลของการกระทำของตนเอง รู้แนวทางและวิธีการแก้ไขข้อผิดพลาด ทบทวนความรู้ และยังทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจ และไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน เพิ่มประสิทธิภาพและบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ ที่จะนำไปสู่ เป้าหมายแห่งความสำเร็จร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน

2.6 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับ

ชัปปุยส์ (Chappuis, 2009: 80) ได้กล่าวไว้ว่า ครูสามารถใช้ดาวและรูปแบบบันไดที่จะให้ ข้อเสนอแนะให้กับนักเรียน ดาวบ่งบอกถึงสิ่งที่นักเรียนทำได้ดี และบันไดแสดงให้เห็นขั้นตอนที่ นักเรียนจะต้องใช้เวลาในการปรับปรุง

ชื่อ _____
วันที่ _____



ภาพประกอบ 5 แบบฟอร์มดาวและบันได

ที่มา: Chappuis, J. (2009). **Seven strategies of assessment for learning**. p. 208.

คำแนะนำสำหรับการใช้ดาวและชั้นบันได ข้อมูลย้อนกลับ

1. ทบทวนเป้าหมายการเรียนรู้และการทำงานของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
2. การใช้ดาวและชั้นบันได รูปแบบข้อมูลย้อนกลับให้นักเรียนบางคน ดาวข้อมูลย้อนกลับ ขึ้นอยู่กับคุณภาพของการทำงานของพวกเขาในการพบเป้าหมายการเรียนรู้ ข้อมูลย้อนกลับควร จะอธิบายและไม่ประเมิน

3. ถัดไป ระบุเป้าหมายการเรียนรู้ที่ยังไม่ได้รับการพิสูจน์ในการทำงานของนักเรียน ให้ข้อมูลย้อนกลับต่อไป ชั้ันบันได นักเรียนควรจะใช้เพื่อตอบสนองทุกเป้าหมายการเรียนรู้และปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของพวกเขา

4. มีการประเมินการปฏิบัติ ดาวและชั้นบันได ข้อมูลย้อนกลับจะถูกส่งกลับให้กับนักเรียน เพื่อให้พวกเขามีโอกาสที่จะรับรู้ความสำเร็จและนำข้อมูลย้อนกลับไปปรับปรุงแก้ไขงานของพวกเขา

นักเรียนสามารถดำเนินการส่วนแรกของแบบฟอร์มนี้ก่อนที่จะได้รับข้อมูลย้อนกลับ จากนั้นครูให้ข้อมูลย้อนกลับและนักเรียนเขียนตอบสนองกับแผนที่ต้องทำต่อไป

ชื่อ _____	วันที่ _____
งานที่ได้รับมอบหมาย _____	
จุดเน้น _____	
ความคิดเห็นของนักเรียน _____	
จุดแข็งของฉัน _____	
สิ่งที่นักเรียนคิดว่าต้องทำต่อไป _____	
ข้อมูลย้อนกลับ _____	
จุดแข็ง _____	
งานที่ทำ _____	
แผน _____	
สิ่งที่นักเรียนจะทำตอนนี้ _____	

ภาพประกอบ 6 แบบฟอร์มการประเมินผลการสนทนา

ที่มา: Chappuis, J. (2009). **Seven strategies of assessment for learning**. p. 80.

เมสซัวร์ โปรเกรส (Measure Progress. 2009) ได้ยกตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงอธิบายโดยใช้แบบฟอร์มดาวและบันไดจากห้องเรียนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นดังนี้

นักเรียนเกรด 6

คุณทำได้อย่างถูกต้องในการตอบปัญหาทั้งสองส่วน แสดงให้เห็นว่าคุณมีความสามารถในการตีความหมายทั้งคำถามและกราฟ วิธีการที่คุณสร้างตารางที่แสดงชุดที่และราคาทำงานในการแก้ปัญหา

ขั้นต่อไปของคุณ คือ การหาค่าใช้จ่ายในการซื้อเสื้อ ถ้าคุณเท่านั้นสามารถกรอกข้อมูลการสั่งซื้อแพ็คเกจ ความแตกต่างของค่าใช้จ่ายคืออะไร

นักเรียนเกรด 7

ฉันสามารถเห็นว่า คุณเข้าใจสิ่งที่จิลล์หมายถึง โดยการเพิ่มความสูงและความกว้าง แผนภาพของคุณถูกต้อง แสดงให้เห็นถึงสิ่งที่เกิดขึ้นถ้าคุณเพิ่มขนาดเป็นสองเท่าในแต่ละด้านของสวน

ขั้นต่อไปของคุณ คุณจะต้องมองหาคำว่าพื้นที่ในความหมายทางคณิตศาสตร์ของคุณ แล้วหาพื้นที่แต่ละส่วนในแผนภาพของคุณ ตรวจสอบดูว่าพื้นที่ที่ได้เป็นสองเท่าของสวนเดิมหรือไม่ เราได้เรียนรู้เงื่อนไขที่ต่างกันจำนวนมากในหน่วยของรูปทรงเรขาคณิต ทำให้เป็นเรื่องง่ายที่จะเกิดความสับสน กลยุทธ์ที่พยายามทำได้จริงคือการทำสวนสองเท่าด้วยการพยายามพับกระดาษไว้ในครึ่งหนึ่ง มีการทำสวนให้เป็น 4 เท่า 6 เท่า ของสวนหรือไม่

นักเรียนเกรด 8

ตารางและสมการของคุณแสดงให้เห็นว่าคุณมีความเข้าใจที่ชัดเจนในรูปแบบการเขียนสมการเชิงเส้น เป็นเรื่องยากที่จะสร้างกราฟ มันเป็นเรื่องสำคัญในการจับคู่ข้อมูลของคุณในตาราง

ขั้นต่อไปของคุณ คุณจะต้องสร้างกราฟใหม่บนกระดาษกราฟ คุณจะเริ่มแกน X และแกน Y ของคุณที่ไหน? สิ่งที่คุณสังเกตได้เมื่อเปรียบเทียบเส้นกราฟใหม่กับเส้นกราฟครั้งแรกคืออะไร? กราฟที่ได้เป็นตัวแทนของสมการเชิงเส้นหรือไม่?

จากการศึกษาตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับพบว่ามี 2 ลักษณะ คือ 1) สร้างข้อมูลย้อนกลับตามรูปแบบที่กำหนดไว้และให้ผู้เรียน 2) ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนตามสถานการณ์หรือตามผลการกระทำที่เกิดขึ้น ณ เวลานั้นๆ ซึ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้ง 2 ลักษณะล้วนต้องการส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาผู้เรียนทั้งสิ้น

2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา กับข้อมูลย้อนกลับ

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตั้งอยู่บนจุดมุ่งหมายพื้นฐานสองประการ ประการแรกคือ การวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนาผู้เรียน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลการเรียนและการเรียนรู้ของผู้เรียนในระหว่างการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง บันทึก วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล แล้วนำมาใช้ในการส่งเสริมหรือปรับปรุงแก้ไขการเรียนรู้ของผู้เรียนและการสอนของครู การวัดและประเมินผลกับการสอนจึงเป็นเรื่องที่สัมพันธ์กัน หากขาดสิ่งหนึ่งสิ่งใดการเรียนการสอนก็ขาดประสิทธิภาพ การประเมินระหว่างการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้นั้นเป็นการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา (Formative Assessment) ที่เกิดขึ้นในห้องเรียนทุกวัน เป็นการประเมินเพื่อให้รู้จุดเด่น จุดที่ต้องปรับปรุง จึงเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการพัฒนาในการเก็บข้อมูล ผู้สอนต้องใช้วิธีการและเครื่องมือการประเมินที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การซักถาม การระดม

ความคิดเห็นเพื่อให้ได้มติข้อสรุปของประเด็นที่กำหนด การใช้แฟ้มสะสมงาน การใช้ภาระงานที่เน้น การปฏิบัติ การประเมินความรู้เดิม การให้ผู้เรียนประเมินตนเอง การให้เพื่อนประเมินเพื่อน และการใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics) สิ่งสำคัญที่สุดในการประเมินเพื่อการพัฒนา คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนในลักษณะคำแนะนำที่เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ทำให้การเรียนรู้พอกพูน แกไขความคิด ความเข้าใจเดิมที่ไม่ถูกต้อง ตลอดจนการให้ผู้เรียนสามารถตั้งเป้าหมายและพัฒนาตนได้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2554: 2) ดังนั้นการให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ขาดเสียมิได้ในกระบวนการประเมินระหว่างเรียน (ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์. 2551: 100; อ้างอิงจาก William. 1998. *Equals: Mathematics and Special Educational Need*) สอดคล้องกับฟลุกเกอร์ และคณะ (Fluckiger; et al. 2010: 136) ได้ศึกษาถึงการให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างการเรียนการสอนโดยที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมินผลและนำไปสู่การสร้างการเรียนรู้ พบว่าการได้รับข้อมูลย้อนกลับในระหว่างการเรียนการสอนโดยเพื่อนและโดยครูผู้สอน สามารถช่วยในการขยายการเรียนรู้และแรงจูงใจของนักเรียนเพราะไม่เพียงแต่ให้ข้อมูลย้อนกลับเฉพาะผลงานที่นักเรียนได้รับมอบหมายเท่านั้น แต่ยังให้ข้อมูลในกระบวนการเรียนรู้และความก้าวหน้าของนักเรียน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจของนักเรียนว่ามีความรู้มากน้อยเพียงใด ต้องการที่จะรู้มากเพียงใด และจะขยายความรู้ที่ต้องการได้อย่างไร นักเรียนสามารถให้ข้อเสนอแนะเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของตนเอง

ธันสทอลและกิปปี้ (Tunstall; & Gipps. 1996: 389) ได้กล่าวไว้ว่า การประเมินระหว่างเรียน คือ การที่ครูใช้ผลการพิจารณาความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเป็นข้อมูลย้อนกลับนำเข้าสู่กระบวนการเรียนการสอนเพื่อตัดสินใจสำหรับผู้เรียนแต่ละคนว่า ควรจะอธิบายแนวคิดให้ฟังใหม่ ให้ฝึกปฏิบัติมากขึ้น หรือเข้าสู่กระบวนการเรียนการสอนขั้นต่อไปได้ และฮาเลน (ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์. 2551: 100; อ้างอิงจาก Harlen. 1996: 130) ได้กล่าวไว้ว่า การประเมินระหว่างเรียน คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ครูผู้สอนและแก่ผู้เรียนเกี่ยวกับระดับความรู้ความเข้าใจ และทักษะ ณ ปัจจุบันของผู้เรียนเพื่อที่จะนำไปสู่แนวทางการจัดการเรียนการสอนในขั้นตอนต่อไป ซึ่งได้รับการพิจารณาอย่างเหมาะสม สอดคล้องกับชูท (Shute. 2007: 1) ที่กล่าวว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา เป็นตัวแทนของการสื่อสารความรู้สำหรับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนแก้ไขความผิดพลาดหรือพฤติกรรมที่จะนำไปสู่การแก้ไขการเรียนรู้ และยังทำให้ครูได้รับข้อมูลย้อนกลับที่จะเป็นหลักฐานสำหรับการเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนการสอน และความมุ่งหมายอีกประการหนึ่ง คือ การเพิ่มความรู้ ทักษะและความเข้าใจ สำหรับเนื้อหาและทักษะทั่วไป เช่น ทักษะการแก้ปัญหา ข้อมูลย้อนกลับมีหลายประเภทและมีความแตกต่างกันในการสร้างประโยชน์ให้กับผู้เรียน

การให้ข้อมูลย้อนกลับจึงเป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันตามแนวทางการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา และการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาโดยการให้ข้อมูลย้อนกลับยังมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่าการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาแบบทั่วไป (Stowbridge. 2008: 106) สอดคล้องกับเฟย์และฟิชเชอร์ ปรับปรุงจากแฮทตี้ และทิมเพอร์เลย์ (Frey; & Fisher. 2011; citing Hattie; & Timperley. 2007) ได้เสนอ

รูปแบบการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาที่มีประสิทธิภาพว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน มีองค์ประกอบ 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียน (Feed Up) โดยแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และการประเมินที่ชัดเจนเพื่อให้ นักเรียนเห็นคุณค่าในการเรียนรู้และการประเมิน ทำให้ครูมั่นใจได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจจุดประสงค์การเรียนรู้ ความคิดรวบยอด ภาระงาน และการประเมินผล ขั้นที่ 2 การตรวจสอบความเข้าใจเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (Checking for Understanding) โดยการพูด ตอบคำถาม การนำเสนอ การเขียน ฯลฯ ขั้นที่ 3 การให้ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับความสำเร็จและสิ่งที่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาหรือปรับปรุงแก้ไขแก่นักเรียน (Feedback) และขั้นที่ 4 การให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางบนพื้นฐานของข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดพัฒนาการเรียนรู้ที่สูงขึ้น (Feed Forward) และการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพจะนำไปสู่เป้าหมายของการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา

การวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนามีความสัมพันธ์กับข้อมูลย้อนกลับ หรืออาจกล่าวได้ว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นส่วนหนึ่งของการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา และสามารถทำความเข้าใจได้ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง การให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพ ตรงประเด็น อธิบายหรือบอกจุดเด่น จุดด้อยของผู้เรียน และให้ผู้เรียนนำไปปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องของตนเองได้ ตลอดจนทำให้ผู้เรียนมองเห็นว่าตนเองห่างจากเป้าหมายมากน้อยเพียงใด และต้องทำอะไรเพื่อให้ไปสู่เป้าหมาย อันเป็นการพัฒนาตนเองได้ตามความสามารถในการเรียนรู้ และนำไปสู่การพัฒนาตนเองอย่างแท้จริง

3. แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนถือเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงความสำเร็จหรือความล้มเหลวในการจัดการเรียนการสอน ดังนั้นภาระหน้าที่ที่สำคัญประการหนึ่งของครู คือการส่งเสริมปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และขจัดสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาให้ถึงขีดสุดตามศักยภาพของตนเอง เรียนรู้อย่างเต็มที่ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นตามความสามารถที่แท้จริง

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

อายเซนก์ (จิตติพร ลิขิตฐา. 2547: 24; อ้างอิงจาก Eysenck. 1981) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ขนาดความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามจำนวนหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการกระทำที่อาศัยความสามารถทางร่างกายหรือสมอง โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจได้มาจากการบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการทดสอบ เช่น การสังเกต การตรวจการบ้าน หรืออาจอยู่ในรูปของเกรดที่ได้จากโรงเรียนซึ่งต้องอาศัยวิธีการที่ซับซ้อน หรืออาจได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไพศาล หวังพานิช (2526: 9) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ (Achievement) หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) ว่า หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และประสบการณ์การเรียนรู้เกิดจากการฝึกฝน อบรม หรือจากการสอน

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2537: 286) ได้กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือผลการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนรู้ในรายวิชาต่างๆ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541: 18) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถทางการเรียนหลังจากได้เรียนเนื้อหาของวิชาใดวิชาหนึ่งแล้ว ผู้เรียนมีความสามารถเรียนรู้มากขึ้นเพียงใด

กรมวิชาการ (2544: 4) สรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า หมายถึง ความรู้ที่ได้รับหรือทักษะที่เจริญขึ้นโดยการเรียนวิชาการต่าง ๆ ในโรงเรียนตามปกติ พิจารณาได้จากคะแนนผลสอบ หรือผลงานที่ถูกกำหนดให้ทำ หรือจากทั้งสองอย่าง

เตือนใจ เกตุษา (2549: 102) ได้กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง สมรรถภาพสมองด้านการระลึกออกของความจำ เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้ วิธีดำเนินการ และความรู้อยู่ในเนื้อเรื่อง

ชวาล แพร่ตกุล (2552: 9-19) ได้สรุปไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ของสมอง

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทางด้านความรู้ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นหลังจากการจัดการเรียนการสอน และสามารถวัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.2 พฤติกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทางด้านพุทธิพิสัย

วิลสัน (Wilson.1971: 643 – 696) ได้นำเอาการจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาของบลูม และคณะมาแบ่งพฤติกรรมในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ออกเป็น 4 ระดับ

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นระดับต่ำสุด แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น คือ ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) ความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในรูปแบบเดียวกับที่ผู้เรียนได้รับจากการสอนมาแล้ว และรวมถึงความรู้พื้นฐาน ผู้เรียนต้องนำมาใช้เสมอ ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และบอกความหมายของคำศัพท์ นิยามต่างๆ ตามที่เคยได้เรียนมาแล้ว โดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณและไม่ต้องการหาความรู้อื่นมาช่วย และความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry out

Algorithms) หมายถึง ความสามารถที่จะนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาดำเนินการตามกระบวนการของการคิดคำนวณ ในขั้นนี้ไม่ได้มุ่งหมายให้ผู้เรียนคิดหากระบวนการคิดคำนวณแบบใหม่ด้วยตัวเอง

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กับปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปและขยายความได้ การวัดพฤติกรรมระดับนี้แบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนมาตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่างๆ ที่เรียนรู้อมาสัมพันธ์กัน ขั้นที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎและการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles Rules and Generalizations) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติและตัวปัญหาซึ่งผู้เรียนควรจะรู้หลังจากที่เรียนเรื่องนั้นจบไปแล้ว คำถามในระดับนี้บางครั้งอาจเป็นการวัดพฤติกรรมในขั้นการวิเคราะห์ก็ได้ ถ้าหากคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักและกฎที่ผู้เรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก ขั้นที่ 3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) หมายถึง การถามเพื่อวัดความสามารถในการมองเห็นส่วนประกอบย่อยของข้อความทางด้านคณิตศาสตร์ตามลักษณะที่มุ่งหวัง ส่วนใหญ่จะเป็นคำถามเกี่ยวกับศัพท์ นิยามในคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from one Model to Another) หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนข้อความให้เป็นสัญลักษณ์หรือสมการในขั้นนี้มิได้รวมถึงการคิดคำนวณหาคำตอบจากสมการนั้น ขั้นที่ 5 ความสามารถในการดำเนินตามเหตุผล (Ability to Follow a Line of Reasoning) คณิตศาสตร์ส่วนมากอยู่ในรูปของการอนุมาน (Deductive Format) ดังนั้นการที่จะเข้าใจบทความหรือผลงานทางคณิตศาสตร์ จึงต้องอาศัยความสามารถในการดำเนินตามแนวเหตุผลขณะที่อ่าน ขั้นที่ 6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) หมายถึง ความสามารถในการอ่านและตีความจากโจทย์ ความสามารถระดับนี้รวมทั้งการแปลความหมายจากกราฟหรือข้อมูลทางสถิติตลอดจนสามารถแปลสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นการนำความรู้ กฎหลักการ ข้อเท็จจริงทฤษฎี ฯลฯ ที่ได้เรียนรู้อย่างดีแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ให้เป็นผลสำเร็จ ทั้งนี้โจทย์ปัญหาที่ชีวิตในระดับนี้จะต้องไม่ใช่โจทย์ข้อเดิมในแบบฝึกหัดที่เคยทำมาแล้ว การวัดพฤติกรรมระดับนี้แบ่งเป็น 4 ขั้น ดังนี้ ขั้นที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหารoutine (Ability to Solve Routine Problems) ปัญหารoutine หมายถึง ปัญหาคล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้วในห้องเรียน โดยที่ผู้เรียนจะต้องจัดรูปของพฤติกรรมขั้นความเข้าใจและการใช้กระบวนการเพื่อที่จะแก้ปัญหา ขั้นที่ 2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) หมายถึง การถามที่คาดหวังให้ผู้เรียนนึกถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องต่างๆ เช่น มโนคติ กฎ ศัพท์นิยามของข้อมูล 2 ชุด เพื่อค้นพบความสัมพันธ์เปรียบเทียบและนำมาสรุปในการตัดสินใจ ขั้นที่ 3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการแยกแยะ จำแนกปัญหาโจทย์ออกเป็นส่วยย่อย ว่ามีความ

จำเป็นหรือไม่ในการนำไปแก้ปัญหาโจทย์ ชั้นที่ 4 ความสามารถในการมองเห็นรูปแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to Recognize Pattern Isomorphisms and Symmetries) พฤติกรรมในขั้นนี้จะเกี่ยวกับการระลึกถึงข้อมูล แปลงปัญหาการจัดกระทำกับข้อมูล ระลึกถึงความสัมพันธ์และเป็นการถามคำถามให้ผู้เรียนหาสิ่งที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้หรือจากปัญหาที่เกิดขึ้น

4. การวิเคราะห์ (Analysis) พฤติกรรมในขั้นนี้ถือว่าพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในด้านพุทธิพิสัย จะเป็นการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดาหรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้มาก่อน โดยไม่เคยฝึกทำมาก่อน แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่าโจทย์ปัญหานั้นจะอยู่นอกขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมา ดังนั้นการแก้โจทย์ปัญหานี้จึงครอบคลุมความรู้ความสามารถในสามขั้นที่กล่าวมา รวมทั้งมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เพื่อสามารถค้นพบวิธีการหรือแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหานั้น ๆ ได้ พฤติกรรมในขั้นนี้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นย่อยคือ ขั้นที่ 1 ความสามารถในการแก้โจทย์ที่แปลกกว่าธรรมดา (Ability to Solve Nonroutine Problems) หมายถึงความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่ได้เรียนรู้อยู่แล้ว ไปสู่เนื้อหาใหม่ ขั้นที่ 2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ใหม่ หรือนำสัญลักษณ์จากสิ่งที่กำหนดให้มาสร้างสูตรใหม่ด้วยตนเอง หรือนำมาเพื่อใช้ประโยชน์ในการหาคำตอบ ขั้นที่ 3 ความสามารถในการแสดงพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) หมายถึง ความสามารถในการพิสูจน์ด้วยตนเอง ซึ่งไม่เหมือนกับความสามารถในการพิสูจน์ขั้นนำไปใช้ โดยผู้ตอบจะต้องอาศัยนิยามและทฤษฎีต่าง ๆ เข้ามาช่วยแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ (Ability to Criticize Proofs) สามารถในการวิพากษ์วิจารณ์การพิสูจน์ เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่เป็นความสามารถที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่าการเขียนพิสูจน์ เพราะจะต้องใช้เหตุผลว่าการพิสูจน์นั้นถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดบ้าง ขั้นที่ 5 ความสามารถในการสร้างและแสดงความสมเหตุสมผลของการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Ability to Formulate and Validate Generalizations) หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์และเขียนพิสูจน์ความสัมพันธ์ที่ค้นพบ ข้อคำถามจะให้แสดงความสมเหตุสมผล

3.3 ปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ศึกษาปัจจัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

เพรสคอตต์ (Prescott. 1961: 14 - 16) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และการแพทย์ ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียน และสรุปผลการศึกษาว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังต่อไปนี้

- 1) องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางกาย ขอบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกท่าทาง
- 2) องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูก ๆ ด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
- 3) องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่

ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้าน และฐานะทางบ้าน 4) องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน 5) องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน 6) องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหา การปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

แครร์รอล (Carroll. 1963: 723-733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยการนำเอาครูและหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบสำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

คลาสซ์ไมเออร์ (ดวงจันทร์ อันอาจ. 2543: 23; อ้างอิงจาก Klausmeier. 1971) ได้ศึกษาถึงองค์ประกอบที่เป็นตัวกำหนดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยกล่าวว่า คุณลักษณะของผู้เรียนเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในการอธิบายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะของผู้เรียนประกอบด้วย ความพร้อมทางสมอง (Mental Maturity) ได้แก่ ความสามารถทางสติปัญญา ความสามารถในการเรียนรู้ ความคิด รวมทั้งพื้นฐานความรู้เดิม ความพร้อมทางกายภาพ หรือความพร้อมทางร่างกาย (Physical Maturity) ได้แก่ ความสามารถทางด้านทักษะทางร่างกาย รวมทั้งพื้นฐานความรู้เดิม และความพร้อมทางด้านจิตใจ (Affective Characteristic) ได้แก่ ความสนใจแรงจูงใจ เจตคติ ค่านิยม และบุคลิกภาพ นอกจากนี้ยังประกอบด้วย เพศ อายุ ภูมิหลังทางบ้านและสังคม และอัตมโนทัศน์

บลูม (สุภาวดี คำนาคี. 2551: 51; อ้างอิงจาก Bloom. 1976) ได้ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของผู้เรียนและการเรียนสรุปได้ว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมี 3 ด้าน คือ ตัวแปรด้านที่เกี่ยวกับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Entry Behavior) หมายถึง การเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการเรียนและมีมาก่อนการเรียน ได้แก่ ความถนัด และพื้นฐานความรู้เดิม ด้านตัวแปรที่เกี่ยวกับลักษณะด้านจิตพิสัย (Affective Entry Behavior) หมายถึง สภาพการณ์ที่ผู้เรียนจะแสดงออกเมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ ได้แก่ ความสนใจและเจตคติต่อเนื้อหาวิชาที่เรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเองและบุคลิกภาพ และด้านตัวแปรด้านคุณภาพการสอน (Quality Entry Behavior) หมายถึง ประสิทธิภาพที่ผู้เรียนจะได้รับผลสำเร็จในการเรียนรู้ ได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อผิดพลาดและการให้ข้อมูลย้อนกลับ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์นั้นมีทั้งปัจจัยที่เกิดจากตัวผู้เรียน เช่น ความรู้เดิม พื้นฐานครอบครัว ความพร้อมทางร่างกาย และปัจจัยที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการจัดการเรียนการสอนของครูจะต้องมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับตัวผู้เรียน รวมถึงมีการประเมินที่หลากหลายและให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสแก้ไขข้อบกพร่องของตนเอง

4. แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

คอกซ์ฟอร์ด (ศุภลักษณ์ ครุทคง. 2555: 40; อ้างอิงจาก Coxford. 1995. The Case for Connection) ให้ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงแนวคิดและกระบวนการของเนื้อหา ใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรอื่น ๆ ที่คณิตศาสตร์เกี่ยวข้องได้ ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้ มองคณิตศาสตร์ในภาพรวม ประยุกต์ใช้แนวคิดและรูปแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในศาสตร์สาขาอื่น ๆ เช่น ศิลปะ ดนตรี จิตวิทยา วิทยาศาสตร์ และธุรกิจ ใช้และเห็นคุณค่าของการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ ตระหนักถึงความเสมอภาคของการนำเสนอเนื้อหาเดียวกัน

กรมวิชาการ (2544: 20) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และมีพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อนั้นจำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2551: 71-73) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์เป็นเหตุ เป็นผล ระหว่างความรู้และทักษะกระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น

อัมพร ม้าคอง (2553: 60) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหาหรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ การเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือความรู้ใหม่ หรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน และทำให้เรียนคณิตศาสตร์ได้อย่างเข้าใจมากขึ้น

4.2 ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาให้ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 84 – 86) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีประโยชน์ในการแก้ปัญหา การอธิบาย และการ

จำลองปรากฏการณ์ที่อยู่ในโลกแห่งความเป็นจริง และการสื่อสารความคิดและข้อมูลที่ซับซ้อนในลักษณะที่ละเอียดและชัดเจนการนำเสนอของปัญหาช่วยให้นักเรียนมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ทั่วและชัดเจนขึ้น ทำให้นักเรียนอธิบายปัญหาและคำตอบได้

เคนเนดีและทิปปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 194) กล่าวถึงความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ว่า การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ นักเรียนจะต้องรู้จักสร้างความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ป็นรูปธรรม ได้แก่ การสร้างรูปภาพแผนภาพ สัญลักษณ์และมโนทัศน์ กับกระบวนการ เนื้อหาและวิธีต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันและจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

บลาสคอฟ และชาซัน (Blaskopf; & Chazan. 2001: 625) กล่าวถึงความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า ตัวอย่างของการเชื่อมโยงช่วยให้นักเรียนตระหนักว่าคณิตศาสตร์เป็นจริง มีความหมาย และมีประโยชน์สำหรับทุกคน การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจและเห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น

ดอสเซย์; และคนอื่น ๆ (Dossey; et al. 2002: 81-83) กล่าวถึงความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ว่า ความเข้าใจในคณิตศาสตร์สร้างขึ้นได้ทันทีขณะเกิดการเรียนรู้ โดยสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่ และความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว นักเรียนสามารถเชื่อมโยงมโนคติทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลาย จะพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น การเชื่อมโยงสามารถทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และสามารถทำการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น นอกเหนือจากการใช้เครื่องมืออื่น ๆ ในการแก้ปัญหา มโนคติ หรือเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยง จะช่วยให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เราเคยแยกเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาย่อย ๆ เช่น เรียนพีชคณิตเบื้องต้น แล้วมาเรียนพีชคณิต และเรขาคณิตตามลำดับ ทำให้นักเรียนมองวิชาคณิตศาสตร์ไม่สัมพันธ์กัน แม้ว่าวิชาเรียนก่อนหน้าจะเป็นพื้นฐานความเข้าใจในคณิตศาสตร์ระดับสูง การแยกเนื้อหาออกจากกัน ทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างการเชื่อมโยงที่ทำให้เข้าใจภาพรวมทางคณิตศาสตร์ การเรียนที่เน้นการเชื่อมโยงจะทำให้นักเรียนสร้างความรู้สึกรู้สึก (Sense) และเป็นการสร้างพื้นฐานที่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์ต่อไป

อัมพร ม้าคนอง (2553: 60) กล่าวถึงความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ว่า การเชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful Learning) เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ตลอดจนมองเห็นความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่นได้ ทำให้นักคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ ไม่ใช่เป็นเพียงวิชาที่เรียนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม เพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉพาะในห้องเรียนอีกต่อไป

จากการศึกษาความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful Learning) ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ตลอดจนมองเห็นความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา

คณิตศาสตร์ลึกซึ้งและยาวนาน สามารถสร้างความเข้าใจในเนื้อหาเดิมได้ดีขึ้น และช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ในลักษณะที่เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหา ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และสามารถทำการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น

4.3 ลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ระบุลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1991: 102) กล่าวถึงลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ว่า ประกอบด้วย 2 ลักษณะ คือ

1. การเชื่อมโยงภายในวิชาเป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันไปสัมพันธ์กัน ให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชารวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนของผู้เรียนมีความหมาย

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชาเป็นการรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้หัวข้อที่เกี่ยวข้งกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคมศึกษาหรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับสภาพชีวิตจริง

เคนเนดีและทิปปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 194-198) กล่าวถึงลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ว่า ลักษณะของการเชื่อมโยง นักเรียนจะต้องเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ เป็น รูปธรรม รูปภาพ แผนภาพ สัญลักษณ์ และโมโนมิติ เข้ากับกระบวนการในการรวมเนื้อหาและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และจะต้องเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน

ดวงเดือน อ่อนนุ่มและคนอื่น ๆ (2547: 50-51) กล่าวถึงลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้หลายลักษณะ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เช่น การเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างสูตร การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ต้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเรื่องพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใน 2 ประเด็น คือ รูปสามเหลี่ยมเป็นครึ่งหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ ความกว้างคูณความยาว ดังนั้น สูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม คือ $\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$

2. การเชื่อมโยงระหว่างเรื่องต่าง ๆ ของคณิตศาสตร์ เช่น การลบ เป็นการดำเนินการตรงข้ามของการบวก การคูณเป็นการบวกซ้ำ ๆ การคูณและการหารเป็นการดำเนินการตรงกันข้าม ร้อยละสัมพันธ์กับเศษส่วน เป็นต้น

3. การเชื่อมโยงแบบจำลองหลาย ๆ แบบสู่ความคิดรวบยอดเดียวกัน เช่น การให้นักเรียน สร้างหน่วยการวัดที่ไม่เป็นมาตรฐานตามความต้องการของตนเองก็จะได้หน่วยที่ไม่เป็น

มาตรฐาน หลาย ๆ ลักษณะ แต่ทุกหน่วยนำไปสู่ความคิดรวบยอดเดียวกันว่าเป็นหน่วยวัดที่ไม่เป็นมาตรฐาน

4. การเชื่อมโยงความคิดรวบยอดไปสู่วิธีคิดคำนวณ เช่น ในการเรียนรู้เรื่องหน่วยการวัด เด็กต้องเกิดความคิดรวบยอดว่าจำนวนต่าง ๆ จะมาบวกลบกันได้ต้องมีหน่วยการวัดเดียวกัน ดังนั้น หากจำนวนเหล่านั้นมีหน่วยการวัดต่างกัน จึงต้องมีการเปลี่ยนหน่วยให้เหมือนกันก่อน

5. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันและคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ การเรียน การสอนคณิตศาสตร์ โดยการกำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้เป็นวิธีทางหนึ่งที่น่าสนใจส่งเสริม การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน การกำหนดหน่วยการเรียนรู้เปิดโอกาสให้เด็กได้สำรวจ ศึกษา สืบค้น กับเรื่องต่าง ๆ ที่ตนสนใจ ได้มีโอกาสแสดงความคิดริเริ่ม ได้สร้างสิ่งต่าง ๆ ในขณะเดียวกัน ยังคงเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย หน่วยการเรียนรู้อาจเป็นหน่วยการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์เอง หรือเป็นหน่วยการเรียนรู้กลางที่คณิตศาสตร์เรียนรู้ร่วมกับวิชาอื่น ๆ ก็ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 99-114) ได้เสนอตัวอย่างการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงสาระเรขาคณิตกับพีชคณิต
2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไปภายใต้หัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคม กีฬา ศิลปะ ซึ่งเป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจและทักษะในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงสภาพชีวิตจริง

อัมพร ม้าคนอง (2553: 60) กล่าวว่า การเชื่อมโยงอาจทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำในห้องเรียนมี 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระองค์ความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงความรู้เรื่องเส้นจำนวน ระบบพิกัดฉาก คู่ลำดับ กราฟ ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน
2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน เช่น การเชื่อมโยงความรู้เรื่องสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ กับนาโนเทคโนโลยี และการแบ่งตัวของแบคทีเรีย

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เช่น การใช้ความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสอธิบายว่าการเดินทางลัดเป็นการเดินในระยะทางที่สั้นกว่าการเดินทางตามเส้นทางปกติ

จากการศึกษาลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่าลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ลักษณะ คือ 1) การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระภายในวิชา 2) การเชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ และ 3) การเชื่อมโยง

ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระวิชาคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

4.4 การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาระบุการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

โคเนีย (พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2547: 147-148; อ้างอิงจาก Cooney. 1999: 12-13) กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ควรให้ผู้เรียนมีความสามารถดังนี้

1. สามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ
2. สามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริง การมีความรู้และความเข้าใจคณิตศาสตร์อย่างซาบซึ้งนั้นต้องประกอบด้วยการมีความรู้ในเนื้อหาและการนำความรู้ไปใช้ได้ ดังนั้น การบูรณาการแนวคิดทางคณิตศาสตร์ระหว่างคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ หรือระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนมีความชัดเจนในแนวคิดและเกิด ความลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียน

จากจุดเน้นการเรียนการสอนที่ปรับเปลี่ยนจากการสอนความรู้และทักษะในการคำนวณไปเป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในหลักการทางคณิตศาสตร์ มีทักษะพื้นฐานที่เพียงพอในการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ต้องเผชิญ ดังนั้นผู้เรียนจะต้องได้รับประสบการณ์ที่หลากหลายที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจได้ด้วยการมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ หรือการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงซึ่งเป็นศาสตร์อื่น ๆ จึงจะทำให้คณิตศาสตร์มีความหมายกับผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ นั้น สามารถประเมินผลได้จากการทำกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน เช่น การตอบคำถาม การทำงานภาคปฏิบัติของผู้เรียน และการทำโครงงานคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (ศุภลักษณ์ ครุฑคง. 2555: 41; อ้างอิงจาก NCTM. 2000) กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่าเป็นการวัดเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้หรือไม่

1. สามารถมองปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในภาพรวมก่อนแล้วจึงวิเคราะห์เนื้อหาทาง คณิตศาสตร์ที่โจทย์กำหนดให้ว่าตรงกับสาระเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องใด มีความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกันในเรื่องใดและสามารถนำไปเชื่อมโยงกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ นอกเหนือจากที่โจทย์ กำหนดให้ได้หรือไม่
2. สำรวจปัญหาและอธิบายผลที่ได้จากการเชื่อมโยงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การให้ เหตุผลได้

3. สร้างแนวคิดใหม่หรือแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการเชื่อมโยงความรู้ที่เป็น พื้นฐานแนวคิดของคณิตศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ ได้

4. ประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือปัญหาในชีวิตประจำวัน

5. ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่ามีอยู่จริงในชีวิตประจำวัน สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ประเมินได้จากความสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะดังนี้

1. เปรียบเทียบความรู้ของแต่ละสาระ
2. เชื่อมโยงสถานการณ์จริงกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
3. หาข้อสรุปจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
4. เชื่อมโยงความรู้ในแต่ละสาระทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้มโนทัศน์ที่ซับซ้อน

5. สรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ

อัมพร ม้าคนอง (2553: 181) กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มี 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์กันของเนื้อหา สาระ องค์ความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์
2. การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นการแสดงความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ในเรื่องเดียวกันหรือเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน
3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสิ่งใกล้ตัวหรือสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน

จากการศึกษาการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงใช้แนวทางการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์กันของเนื้อหา สาระ องค์ความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ หรือการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาวิชา โดยเป็นการนำความรู้ และหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาสัมพันธ์กับความรู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาและแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำลังเผชิญได้อย่างถูกต้อง มี 3 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถของนักเรียนในการระบุถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงแนวทางการแก้ปัญหาสู่วิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัย จากเอกสารต่าง ๆ มีงานที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา ข้อมูลย้อนกลับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 งานวิจัยในต่างประเทศ

เอปสตัน เอปสตัน และโบรสวีก (Epstein; Epstein; & Brosvic. 2001: 889-894) ได้ทำการศึกษากการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีในขณะที่ทำการทดสอบทางวิชาการ แบ่งการทดลองเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 ผู้เรียนเข้ารับการทดสอบหน่วยย่อย ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบปลายภาค รูปแบบการสอบที่ใช้มี 2 ประเภท คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบ (หลายตัวเลือก) เทคนิคการประเมินแบบให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีเป็นการตอบสนองข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีของรูปแบบการตอบ จนกว่าจะถูก โดยให้ผู้เรียนทำเครื่องหมายกากบาทลงในช่องคำตอบที่คิดว่าถูกต้องที่สุด อีกรูปแบบของการทดสอบที่นำมาเปรียบเทียบ คือ สแกนตัน (scantron) เป็นการฝนข้อคำตอบที่ถูกต้องลงในช่องว่าง ขั้นตอนของการทดสอบหน่วยย่อยผู้เรียนแต่ละคนจะได้รับการทดสอบเพียงแบบใดแบบหนึ่ง แต่การทดสอบปลายภาคผู้เรียนทุกคนต้องถูกทดสอบด้วยการทดสอบแบบสแกนตัน (scantron) และมีข้อสอบ 2 แบบย่อย คือ ข้อสอบแบบชุดเดียวกับตอนทดสอบหน่วยย่อย กับข้อสอบใหม่ ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่เข้ารับการทดสอบแบบเลือกตอบพร้อมมีข้อมูลย้อนกลับอย่างทันทีในตอนทดสอบหน่วยย่อย สามารถทำข้อสอบปลายภาคที่เป็นข้อสอบชุดเดิมกับตอนทดสอบหน่วยย่อยได้คะแนนมากกว่าผู้เรียนที่สอบโดยวิธีสแกนตันเมื่อตอนทดสอบหน่วยย่อย และผู้เรียนที่ได้รับการทดสอบหน่วยย่อยแบบเลือกตอบและมีข้อมูลย้อนกลับทันทีที่สามารถทำคะแนนทดสอบปลายภาคได้สูงกว่าตอนทดสอบหน่วยย่อย

แจนิก (Jaehnic. 2007: 219-232) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับในโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยการสำรวจงานวิจัย พบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการกระทำมีข้อมูลน้อย สำหรับการที่จะบอกถึงประสิทธิภาพ ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกข้อถูก (KCR) แสดงประสิทธิภาพในหลาย ๆ กรณีที่ใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ส่วนข้อมูลย้อนกลับแบบบอกรายละเอียดมีประสิทธิภาพมากกว่าข้อมูลย้อนกลับแบบบอกข้อถูก (KCR) แต่ใช้เวลาในการออกแบบและเวลาในการเรียนรู้มากกว่า ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกข้อถูก (KCR) การล่าช้าและการทบทวนข้อมูลย้อนกลับจะไม่ดีกว่า ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกข้อถูก (KCR) การแสดงข้อมูลย้อนกลับล่าช้าจะเป็นการสัญญาและรับประกันว่าจะมีการศึกษาต่อไป คำแนะนำสำหรับการวิจัยในอนาคต

ควรจะวัดความสามารถในการเรียนการสอน วัดประสิทธิภาพ และสัมประสิทธิ์ที่หลากหลายมากขึ้น ขยายกรอบเวลาและสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการทำงานในระหว่างการเรียน การสอนและการทดสอบเทียบกับเกณฑ์

แบร์รี่ (Barry. 2008: Abstract) ได้ศึกษาการใช้ข้อมูลย้อนกลับเชิงอธิบายสำหรับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ในห้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ตรวจสอบและปรับปรุง ความสามารถในการสะท้อนให้เห็นการเรียนรู้ของนักเรียน เมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับเชิงอธิบายจาก เพื่อน พบว่ากระบวนการของการให้และการได้รับข้อมูลย้อนกลับเป็นสิ่งที่ท้าทายสำหรับนักเรียนใน ตอนแรก แต่ในที่สุดการใช้ข้อมูลย้อนกลับก็เป็นประโยชน์อย่างมาก ข้อมูลย้อนกลับเชิงอธิบายได้ เข้าไปทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจความผิดพลาดของตนเองได้ทันที ซึ่งจะทำให้พวกเขา สามารถปรับปรุงการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ในการวิจัยครั้งนี้เริ่มต้นจากการค้นพบวิธีการในการให้ข้อมูล ย้อนกลับเชิงอธิบายในการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนด้วยตัวผู้วิจัยเอง และนำไปสู่การหาขั้นตอน ในการให้และรับข้อมูลเชิงอธิบายที่มีประสิทธิภาพเพื่อส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน

ฮังและตุฟาง (Huang; & Tzufang. 2008: Abstract) ได้ศึกษาบทบาทของงาน และการ ปรับใช้ความรู้ที่เฉพาะเจาะจงของการตอบสนองข้อมูลย้อนกลับในการแก้ปัญหาพีชคณิตการบ้าน ออนไลน์ ในหลักสูตรแก้ไขของวิทยาลัย โดยแสดงให้เห็นว่าการให้การบ้านออนไลน์เป็นทางเลือกที่ ได้รับความนิยมในปัจจุบัน เนื่องจากพัฒนาการการเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้นเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับ อย่างไรก็ดี ยังไม่มีงานวิจัยที่เปรียบเทียบการให้ข้อมูลย้อนกลับกับการบ้านออนไลน์เกี่ยวกับ คณิตศาสตร์ – วิชาพีชคณิตในระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาในนักเรียนอาสาสมัครจำนวน 50 คน ที่ได้รับการสุ่มเลือกออกเป็น 2 กลุ่ม เรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์ MyMathLab 2007 และ CourseCompass 2007 เปรียบเทียบรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับ 2 วิธี คือ กลุ่มที่ 1 (n=21) เป็น การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการเฉลยคำตอบ กลุ่มที่ 2 (n=29) เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการ เฉลยคำตอบพร้อมกับให้แนวทางในการแก้ไขคำตอบที่ผิดให้ถูกต้อง ทำการประเมินทักษะของ นักเรียนทั้งสองวิธีโดยการวัดคะแนนความรู้ความเข้าใจ การควบคุมตนเองในการติดตามงานที่ได้รับ มอบหมาย การทดสอบ และการสอบปลายภาค ผลการวิจัยพบว่า ไม่พบความแตกต่างระหว่าง 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเป็นเพราะว่ามีเนื้อหาการเรียนรู้ทางพุทธิพิสัยมากเกินไป หรือ เพราะการทำงานของระบบออนไลน์จำกัดการเรียนรู้ การมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนโดยเฉพาะในการ เรียนรู้แบบลองผิดลองถูก ผู้วิจัยมีความคิดว่าการพัฒนาระบบออนไลน์ที่สามารถให้ข้อมูล ย้อนกลับได้ทั้งภาพและเสียงในเวลาเดียวกัน

สตรอว์บริดจ์ (Stowbridge. 2008: 106) ได้ทำการศึกษาการใช้คู่มือในการให้ข้อมูล ย้อนกลับประเมินเพื่อการพัฒนาในโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดย ทำการศึกษาระดับมัธยมเรื่องความเที่ยงและอิทธิพลที่มีต่อการเรียนการสอนของการใช้รูปแบบ การประเมินเพื่อพัฒนาแบบให้ข้อมูลย้อนกลับ กลุ่มตัวอย่างเป็นครูคณิตศาสตร์ระดับประถมจำนวน 10 คน ทำหน้าที่เป็นผู้ประเมินนักเรียนซึ่งได้รับมอบหมายให้แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ ติดตามการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ผลการวิจัยพบว่า การประเมินเพื่อพัฒนาแบบให้ข้อมูล

ย้อนกลับมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่าการประเมินเพื่อพัฒนาทั่วไป ด้วยวิธีนี้ ครูจะทราบว่ามีปัญหาในเรื่องใด และคัดเลือกโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในเรื่องนั้น ๆ มาสอนให้นักเรียนรู้จักวิธีคิด วิเคราะห์ในห้องเรียน

ฟลักเกอร์และคณะ (Fluckiger; et al. 2010: 136) ได้ทำการศึกษาถึงการให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างการเรียนการสอนโดยที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมินผลและนำไปสู่การสร้างการเรียนรู้แล้วพบว่า การได้รับข้อมูลย้อนกลับในระหว่างการเรียนการสอนโดยเพื่อนและโดยครูผู้สอน สามารถช่วยในการขยายการเรียนรู้และแรงจูงใจของนักเรียนเพราะไม่เพียงแต่ให้ข้อมูลย้อนกลับเฉพาะผลงานที่นักเรียนได้รับมอบหมายเท่านั้น แต่ยังให้ข้อมูลในกระบวนการเรียนรู้และความก้าวหน้าของนักเรียน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจของนักเรียนว่ามีความรู้มากน้อยเพียงใด ต้องการที่จะรู้มากเพียงใด และจะขยายความรู้ที่ต้องการได้อย่างไร นักเรียนสามารถให้ข้อเสนอแนะเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของตนเอง นอกจากนี้ยังทำให้ครูมีความเข้าใจเพิ่มเติมในการประเมินตนเอง เน้นการจัดการเรียนรู้เพื่อสนองความต้องการของนักเรียนเป็นรายบุคคลและสร้างความสามัคคี การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ที่ส่งเสริมนักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะการคิดและการสื่อสาร และช่วยประเมินการจัดการเรียนการสอนว่า ยังมีสิ่งใดที่บกพร่องหรือสอนในประเด็นใดที่ยังไม่มีความชัดเจนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีทันใดเพื่อให้ได้ข้อมูลในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ทำให้ครูรู้จักนักเรียนมากขึ้น เข้าใจความต้องการของนักเรียน และการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตรงตามความเป็นจริง ไม่ลำเอียงมีความเป็นธรรม

ฮาร์กส์และคณะ (Harks; et al. 2014: 269) ผลกระทบของการเขียนข้อมูลย้อนกลับทั้งสองชนิด (เน้นกระบวนการ, เน้นเกรด) การเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ความสนใจ และการประเมินตนเอง ถูกเปรียบเทียบ มีความสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบทบาทการใกล้เคียงของประโยชน์ของการรับรู้ข้อมูลย้อนกลับ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ เป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 146 คน (อายุ 14 -17 ปี) ที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบเน้นกระบวนการหรือเน้นที่เกรด เป็นเงื่อนไขของการทดลอง พวกเขาทำการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับผลการทดสอบของพวกเขา และสำรวจวัดการรับรู้ประโยชน์ของข้อมูลย้อนกลับ ความสนใจ และการประเมินตนเอง ให้เสร็จสมบูรณ์ ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลย้อนกลับที่เน้นกระบวนการมีประโยชน์มากกว่าข้อมูลย้อนกลับที่เน้นเกรด และการรับรู้ประโยชน์ของข้อมูลย้อนกลับส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสนใจ สอดคล้องกับข้อมูลย้อนกลับเน้นกระบวนการมีค่าทางบวกมากกว่าข้อมูลย้อนกลับเน้นเกรดที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสนใจทางประโยชน์ของการรับรู้ ผลกระทบดังกล่าวไม่มีการเปลี่ยนแปลงในการประเมินตนเอง

เอมิลี และคณะ (Emily; et al. 2014: 1) ได้ทำการศึกษาบทบาทของชนิดข้อมูลย้อนกลับ และการทำงานกำลังการผลิตหน่วยความจำในระหว่างการแก้ปัญหา ผลกระทบของข้อมูลย้อนกลับในระหว่างการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เราตรวจสอบผู้ควบคุมผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากข้อมูลย้อนกลับในระหว่างการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (ประเภทของข้อมูลย้อนกลับที่ให้ความ

แตกต่างระหว่างบุคคลในหน่วยความจำการทำงาน) เด็กเกรด 2 และ 3 แก้ไขปัญหาเทียบเท่าคณิตศาสตร์ที่คุ้นเคยก่อนที่จะได้รับการเรียนการสอน เด็กที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับกับคำตอบของพวกเขา (ข้อมูลย้อนกลับผลลัพธ์) หรือกลยุทธ์ของพวกเขา (ข้อมูลย้อนกลับกลยุทธ์) ทำงานในหน่วยความจำ มีการตรวจสอบผลกระทบของข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการถ่ายโอนการดำเนินการของเด็ก เด็กที่มีความรู้หน่วยการทำงานต่ำ จะได้รับประโยชน์จากข้อมูลย้อนกลับกลยุทธ์มากกว่าข้อมูลย้อนกลับผลลัพธ์ ในขณะที่เด็กที่มีหน่วยความจำสูง ได้รับประโยชน์จากข้อมูลย้อนกลับทั้งสองเท่า ๆ กัน ผลการแนะนำ การแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์สามารถปรับให้เหมาะสมโดยพิจารณาจากผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษางานวิจัยในต่างประเทศพบว่า ได้มีการนำข้อมูลย้อนกลับมาใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควบคู่กับการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการและรูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่หลากหลาย เช่น การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีและการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบล่าช้า ด้วยแบบทดสอบและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Epstein; Epstein; & Brosvic. 2001: 889-894; Jaehing. 2007: 219-232) การให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงอธิบาย (Barry. 2008: Abstract) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบเน้นเกรดและเน้นกระบวนการ (Harsk; et al. 2014: 269) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบเน้นผลลัพธ์และกลยุทธ์ (Emily; et al. 2014: 1) เป็นต้น นอกจากนี้การให้ข้อมูลย้อนกลับยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ (Fluckiger; et al. 2010: 136) และพบว่า การวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่าการประเมินเพื่อการพัฒนาแบบทั่วไป (Strowbridge. 2008: 106) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับควบคู่กับการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนและสามารถพัฒนาผู้เรียนได้เต็มศักยภาพของผู้เรียน อันเป็นเป้าหมายสำคัญของการการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา

5.2 งานวิจัยในประเทศ

พรศรี ลิทธิกุลสมบุญ (2539: 60-70) ศึกษาการเลือกรับข้อมูลย้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีเพศและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน และเพื่อเปรียบเทียบการเลือกรับข้อมูลย้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีเพศและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 80 คน จากโรงเรียนวิมุตยารามพิทยากร แบ่งเป็นกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และต่ำ กลุ่มละ 40 คน ในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนชาย 20 คน นักเรียนหญิง 20 คน ผู้เรียนสามารถเลือกรับข้อมูลย้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ด้วยตนเอง 4 แบบ คือ ข้อมูลย้อนกลับแบบบอกผลการกระทำ แบบบอกผลการกระทำและมีคำอธิบาย แบบบอกผลการกระทำและบอกข้อถูก และแบบบอกผลการกระทำและบอกข้อถูกประกอบคำอธิบาย ผลการวิจัยพบว่า เพศชายและเพศหญิงเลือกรับข้อมูลย้อนกลับไม่แตกต่างกัน โดยเลือกแบบที่ 4 มากที่สุด ส่วนผู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนสูงและต่ำเลือกข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน โดยผู้มีผลสัมฤทธิ์ต่ำเลือกแบบที่ 1 เป็นจำนวนมากกว่าจากแบบที่ 4 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระดับ .05

นันทิกา นาคนายา (2546: 100-108) ได้ศึกษาการประยุกต์เทคนิคการประเมินในชั้นเรียนตามแนวคิดของแองเจโลและครอสเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิจารณ์ญาณ และเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนที่ได้จากแบบสอบถามการคิดวิจารณ์ญาณที่มีโครงสร้างตามทฤษฎีของเดรสเชลและเมย์ฮิวส์ก่อนและหลังการใช้เทคนิคการประเมินในชั้นเรียน เปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียน 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนจากครูที่ใช้เทคนิคการประเมินในชั้นเรียนอย่างเดียว กลุ่มที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการบูรณาการเทคนิคการประเมินในชั้นเรียนร่วมกับการวิจัยในชั้นเรียน และกลุ่มที่ได้รับการสอนจากครูที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนตามปกติ นอกจากนี้ยังศึกษาข้อมูลย้อนกลับที่ได้จากแบบทดสอบในชั้นเรียน เพื่อนำมาวิเคราะห์เนื้อหาและจัดกลุ่มข้อมูลให้เป็นระเบียบ รวมทั้งวิเคราะห์ความเหมาะสมในการใช้และปัญหาที่พบในระหว่างการทำแบบทดสอบในชั้นเรียนไปใช้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนยโสธรพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษายโสธร เขต 1 สำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 82 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) คะแนนทักษะการคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนทั้งสองห้อง (กลุ่มทดลอง) หลังการใช้แบบทดสอบในชั้นเรียนสูงกว่าก่อนการใช้แบบทดสอบในชั้นเรียน และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วน นักเรียนห้องที่ไม่ได้ใช้แบบทดสอบในชั้นเรียน (กลุ่มควบคุม) คะแนนทักษะการคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนก่อนและหลังการใช้แบบทดสอบในชั้นเรียนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) คะแนนทักษะการคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียน 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุชาดา ไรจนาศัย (2548: 108-115) ศึกษาผลของรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันต่อการพัฒนาการทางทักษะการเขียนภาษาอังกฤษของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเปรียบเทียบพัฒนาการทางทักษะการเขียนของผู้เรียนที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงหลังจากที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับต่างรูปแบบ ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนรู้ที่มีผลต่อคะแนนและคะแนนพัฒนาการทักษะการเขียนภาษาอังกฤษ วิเคราะห์รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนของผู้เรียน และศึกษาความต้องการของผู้เรียนในการได้รับข้อมูลย้อนกลับครั้งต่อไป กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ห้อง รวม 144 คน แบ่งเป็นผู้เรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน อย่างละ 1 ห้อง โดยผู้เรียนแต่ละห้องจะได้รับข้อมูลย้อนกลับทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 วงกลมที่ผิดทุกที่ เขียนข้อคิดเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่อง บอกแนวทางการปรับปรุงและให้คะแนน รูปแบบที่ 2 วงกลมที่ผิดทุกที่ และเพิ่มเติมการแก้ไขที่ถูกต้องให้ เขียนข้อคิดเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่อง และบอกแนวทางการปรับปรุง รูปแบบที่ 3 วงกลมที่ผิดทุกที่แต่ไม่แก้ไข และใช้คำเพื่อบอกระดับผลการประเมินงานเขียน จากนั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลคะแนนการเขียนภาษาอังกฤษ จำนวน 4

ครั้งและนำมาหาค่าคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ 6 ช่วง แล้ววิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและสองทาง และหาคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการเขียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการทางทักษะการเขียนภาษาอังกฤษ โดยรูปแบบที่ 1 ส่งผลให้ผู้เรียนมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์สูงกว่ารูปแบบที่ 2 ในพัฒนาการช่วงที่ 3, 5 และ 6 และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับของผู้สอนและระดับความสามารถทางการเรียนของผู้เรียน และระดับความสามารถทางการเรียนที่ต่างกันมีผลต่อค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการเขียนภาษาอังกฤษแตกต่างกัน

พรพิมล รอดเคราะห์ (2550: 57-63) ได้ศึกษาผลของรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับในเกมมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และเพื่อเปรียบเทียบผลของรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับในเกมมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา 3 รูปแบบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 3 กลุ่มตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูง กลางและต่ำ ซึ่งมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 21 คน จากนั้นสุ่มกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม เข้ารับการทดลองด้วยเกมมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาที่มีรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับต่างกัน 3 รูปแบบ คือ 1) แบบให้คำอธิบายทันที 2) แบบให้โอกาสผู้เรียนในการเลือกรับคำอธิบายและ 3) แบบไม่มีคำอธิบาย ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 9 กลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มมีจำนวน 7 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยเกมมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาที่มีรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกัน เมื่อเรียนด้วยเกมมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาที่มีรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ณัฐกานต์ นาครักษ์ (2552: 177-189) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิจัยประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน และขั้นตอนที่ 2 เป็นการทดลองใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้นในชั้นเรียน โดยใช้แนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอนุบาลวังม่วง จังหวัดสระบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 43 คนโดยเป็นห้องทดลอง 1 ห้อง และห้องควบคุม

1 ห้อง ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง 18 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง วิเคราะห์ข้อมูลแบบผสมทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพโดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติที (t-test) การวิเคราะห์ความแปรปรวน และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า

- 1) รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการสร้างประสบการณ์เรียนรู้ ขั้นฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ ขั้นการถ้อยแถลงการเรียนรู้ และขั้นสะท้อนคิด
- 2) รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง

ดาวเรือง ลุ่มทอง (2553: 130-143) ศึกษาผลของรูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อพัฒนาการของผลงานด้านทัศนศิลป์: การประยุกต์ใช้ข้อมูลย้อนกลับทั่วไปและข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างเกณฑ์การประเมินและข้อมูลย้อนกลับสำหรับผลงานศิลปะตามแนวคิดข้อมูลย้อนกลับทั่วไปและข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุง 2) ตรวจสอบคุณภาพของเกณฑ์การประเมินผลงานและรูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่สร้างขึ้น และ 3) เปรียบเทียบพัฒนาการด้านผลงานศิลปะของผู้เรียนตามรูปแบบข้อมูลย้อนกลับและทักษะด้านศิลปะที่แตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ได้แก่ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 79 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เกณฑ์การประเมินผลงานศิลปะและชุดข้อมูลย้อนกลับ 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบทั่วไป รูปแบบชี้แนะเพื่อการปรับปรุง และรูปแบบผสม ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) เกณฑ์การประเมินผลงานศิลปะและชุดข้อมูลย้อนกลับประกอบด้วยเกณฑ์ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านทัศนธาตุ ด้านองค์ประกอบ ด้านทักษะฝีมือ และด้านความคิดริเริ่ม 2) เกณฑ์การประเมินผลงานมีด้านความตรงตามโครงสร้างตามวิธีเทียบกับกลุ่มที่รู้จัก ความเที่ยงแบบความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน วัดด้วยค่า Cohen's kappa มีค่าอยู่ในช่วง 0.442 – 0.611 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน วัดด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.797 3) พัฒนาการด้านผลงานศิลปะในระยะที่ 2 สูงกว่าระยะที่ 1 และระยะที่ 3 สูงกว่าระยะที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในระยะที่ 3 ผู้เรียนกลุ่มทักษะสูงที่ได้รับรูปแบบชี้แนะเพื่อการปรับปรุงมีพัฒนาการสูงกว่าผู้ที่ได้รับรูปแบบทั่วไป และรูปแบบผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม (2555: 108-119) ผลของรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างคือ ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 140 คน แบ่งเป็นผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับสูง ปานกลางและต่ำ โดยผู้เรียนในแต่ละระดับความสามารถจะได้รับข้อมูลย้อนกลับ 4 รูปแบบ (ข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด ข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะ ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม และข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียน 2) แบบฝึกทักษะ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และ 3) โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงบรรยาย การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและการวิเคราะห์

ความแปรปรวนสองทาง ผลการวิจัยพบว่า 1) ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับสูงที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดและแบบชี้แนะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ ส่วนผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับปานกลางที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด แบบชี้แนะและแบบผสมมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบผสมมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับต่ำที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบอธิบายรายละเอียด แบบชี้แนะและแบบผสมมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบผสมมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบชี้แนะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ฟาสีอะห์ อาแว (2555: 150-165) ได้พัฒนารูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนเพื่อเสริมสร้างทักษะการเขียนภาษาไทยของผู้เรียนที่ใช้ภาษาไทยเป็นภาษาที่สอง วัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนเพื่อเสริมสร้างทักษะการเขียนภาษาไทยของผู้เรียนที่ใช้ภาษาไทยเป็นภาษาที่สอง 2) เปรียบเทียบพัฒนาการทางการเขียนภาษาไทยของผู้เรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนที่ใช้รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนฯ กับกลุ่มผู้เรียนที่ไม่ใช้รูปแบบฯ 3) เปรียบเทียบพัฒนาการทางการเขียนภาษาไทยของผู้เรียนที่มีทักษะทางการเขียนภาษาไทยระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต่ำ เมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับจากเพื่อนที่มีทักษะทางการเขียนแตกต่างกัน และ 4) เพื่อประเมินประสิทธิผลของการใช้รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนฯ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 254 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ คู่มือการใช้รูปแบบฯ แบบประเมิน แบบวัดทัศนคติและแบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้สถิติภาคบรรยาย การทดสอบความแปรปรวนสองทางผสม (Two-way mixed ANOVA) การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนฯ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ หลักการของรูปแบบ จุดมุ่งหมายของรูปแบบ กิจกรรมการเรียนการสอน และชุดแบบฟอร์มการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อน 2) พัฒนาการทางการเขียนภาษาไทยของกลุ่มผู้เรียนที่ใช้รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนฯ โดยภาพรวมสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนที่ไม่ใช้รูปแบบฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) พัฒนาการทางการเขียนภาษาไทยของผู้เรียนที่มีทักษะทางการเขียนระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต่ำไม่แตกต่างกัน เมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับจากเพื่อนที่มีทักษะทางการเขียนแตกต่างกัน 4) จากการประเมินประสิทธิผลของการ

ใช้รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนฯ พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการทางการเขียนภาษาไทย โดยค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบความสามารถทางการเขียนก่อนทดลองสูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และโดยภาพรวมผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนฯ นอกจากนี้ครูและผู้เรียนยอมรับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนฯ มีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ทางการปฏิบัติ

ศุภลักษณ์ ครุฑทอง (2555: 129-135) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพัทลุง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ 48 คน และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ บันทึกการเรียนรู้ และใบงาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กฤษณะ อ่อนอ่อน (2557: 109-113) ได้ศึกษาความเหมาะสมและผลการใช้แนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ในโรงเรียนศรีราชา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 18 จังหวัดชลบุรี จำนวน 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินเพื่อการเรียนรู้รายคาบเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบบันทึกหลังกิจกรรมการเรียนรู้ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่า 1)แนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมที่ระดับความเหมาะสมมาก 2)นักเรียนทุกคนที่ได้รับการประเมินด้วยแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านผลการเรียนรู้ตามมาตรฐาน/ตัวชี้วัดรายวิชาคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์การประเมิน มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีเยี่ยม จำนวน 36 คน ระดับดี จำนวน 12 คน ระดับผ่าน จำนวน 2 คน และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ นักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์โดยมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีเยี่ยมทุกคน 3) นักเรียนทุกคนมีความพึงพอใจต่อแนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศพบว่า ได้มีการนำข้อมูลย้อนกลับมาใช้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยวิธีการให้แก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคล (สุกัญญา นิมานันท์. 2533: 22-28; พรศรี ลีทวีกุลสมบุญ. 2539: 60-70; พรพิมล รอดเคราะห์. 2550: 57-63 และอนงค์ เมธีพิทักษ์

ธรรม. 2555: 108-119) โดยใช้รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีการให้ข้อมูลย้อนกลับในรูปแบบอื่น ๆ เพื่อพัฒนางานเขียน เช่น การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อน (ฟาฮีซะห์ อาแว. 2555: 150-165) หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับพร้อมกับสร้างเกณฑ์การให้คะแนนในงานศิลปะ (ดาวเรือง ลุมทอง. 2553: 130-143) แบบรายบุคคล และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม ซึ่งได้รับหลังจากการทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือสังเกตพฤติกรรมจากผู้เรียนทั้งห้อง แล้วให้ข้อมูลย้อนกลับพร้อมกันทั้งชั้นเรียน (ศุภลักษณ์ ครุฑทรง. 2555: 129-135; นันทิกา นาคฉายา. 2546: 100-108) ส่งผลต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ รวมทั้งมีการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถของผู้เรียนกับรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ (สุชาดา โรจนาศัย. 2548: 108-115; อนงค์ เมธิพิทักษ์ธรรม. 2550: 108-119) แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกันเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับผู้เรียน จะสามารถทำให้ผู้เรียนใช้ข้อมูลย้อนกลับในการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องและพัฒนาผู้เรียนได้เต็มตามศักยภาพ แต่ยังไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำข้อมูลย้อนกลับมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับข้อมูลย้อนกลับ พบว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เป็นการให้ในลักษณะคำแนะนำที่เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ทำให้การเรียนรู้พอกพูน แก้ไขความคิด ความเข้าใจเดิมที่ไม่ถูกต้อง ตลอดจนการให้ผู้เรียนสามารถตั้งเป้าหมายและพัฒนาตนได้ (กระทรวงศึกษาธิการ 2554: 2) ซึ่งสอดคล้องกับศุภลักษณ์ ครุฑทรง (2555: 129-135) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งขั้นตอนของวิธี IMPROVE นั้นเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้ผ่านคำถามที่เน้นการรู้คิด นักเรียนได้ประเมินความเข้าใจของตนเอง และนักเรียนยังได้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของตนเอง พบว่าการเรียนด้วยวิธีนี้ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าการเรียนปกติ ผู้วิจัยจึงคิดว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับน่าจะสนับสนุนให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มากขึ้น กล่าวคือ การให้ข้อมูลย้อนกลับจะทำให้ผู้เรียนมีโอกาสได้รู้ข้อบกพร่องของตนเอง พร้อมทั้งทบทวนความรู้ หลักการหรือวิธีการในการแก้ปัญหา แล้วนำไปแก้ไขข้อบกพร่องของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับการเชื่อมโยงทางวิชาคณิตศาสตร์ภายในสาระวิชาหรือเนื้อหาคณิตศาสตร์

จากผลการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนา แนวคิดเกี่ยวกับข้อมูลย้อนกลับ แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แสดงให้เห็นว่าสิ่งสำคัญในการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพแก่ผู้เรียน และผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกันเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับผู้เรียน จะสามารถทำให้ผู้เรียนนำข้อมูล

ย้อนกลับเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องของตนเองได้เป็นอย่างดี และนำไปสู่การพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพของผู้เรียนซึ่งสอดคล้องกับการวัดและประเมินเพื่อการพัฒนา ซึ่งในประเทศไทยมีการใช้ข้อมูลย้อนกลับในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นส่วนใหญ่ การให้ข้อมูลย้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นอาจมีความสะดวก และสามารถกำหนดรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที การให้ข้อมูลย้อนกลับล่าช้า หรือแม้กระทั่งให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเลือกการรับข้อมูลย้อนกลับ แต่อย่างไรก็ตามการทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีข้อจำกัดสำหรับโรงเรียนหรือห้องเรียนที่ไม่มีความพร้อมทางเทคโนโลยี และไม่สามารถเกิดขึ้นได้กับทุกห้องเรียน ถึงแม้จะมีบางห้องเรียนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับจากการตรวจแบบฝึกหัด หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งชั้นเรียนโดยครูผู้สอน หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แต่ก็ยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เพราะการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยครูผู้สอนนั้นย่อมขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของการสอนของแต่ละคน ซึ่งขาดขั้นตอนการปฏิบัติและแนวทางที่ชัดเจน และโดยทั่วไปวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับมี 2 วิธี คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม ซึ่งทั้งสองวิธีล้วนแล้วแต่ส่งผลต่อผู้เรียนในทางที่ดี และการเลือกวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนนั้นเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นการจะทำให้การให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งถือเป็นหัวใจของการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาเกิดขึ้นได้กับห้องเรียนทุกห้องเรียน จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ผู้วิจัยจึงต้องการจัดการเรียนการสอนโดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ตามแนวคิดของเพย์และฟิชเชอร์ ปรับปรุงจากแฮทตี และทิมเพอร์เลย์ (Frey; & Fisher. 2011; citing Hattie; & Timperley. 2007) แล้วเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันที่ได้รับวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม พร้อมทั้งศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การดำเนินการทดลอง
5. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 22 จังหวัดนครพนม - มุกดาหาร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวนทั้งสิ้น 6,720 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนอนุเทพพัฒนา อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 76 คน ผู้เรียนแต่ละห้องแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับความสามารถทางการเรียน ได้แก่ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ผู้วิจัยมีเกณฑ์คัดเลือกนักเรียน 2 ห้อง เพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลอง ตามขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยนำคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของนักเรียนทั้ง 6 ห้อง มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. ผู้วิจัยเลือกห้องที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ใกล้เคียงกันมากที่สุดจำนวน 2 ห้อง คือ ห้อง ม.4/1 และ ม.4/2

3. ผู้วิจัยนำค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ของนักเรียนทั้ง 2 ห้องมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของคะแนนสอบของนักเรียนทั้ง 2 ห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ของนักเรียนทั้ง 2 ห้องด้วยการวิเคราะห์แบบที (T-test for independent samples) พบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (รายละเอียดดังภาคผนวก จ)

4. หลังจากนั้นผู้วิจัยแบ่งผู้เรียนแต่ละห้องออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับความสามารถทางการเรียน ได้แก่ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ โดยใช้คะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 กำหนดให้ กลุ่มสูงมีคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ตั้งแต่ร้อยละ 75.00 ขึ้นไป กลุ่มปานกลางมีคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ตั้งแต่ร้อยละ 60.00 – 74.99 และกลุ่มต่ำมีคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ต่ำกว่าร้อยละ 60.00 และเพื่อให้ความแปรปรวนที่เกิดจากระดับความสามารถทางการเรียนที่เป็นตัวแปรอิสระในการทดลองมากที่สุด ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม ของทั้ง 2 ห้องเรียน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – way ANOVA) ผลการทดสอบพบว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (รายละเอียดดังภาคผนวก จ)

5. ผู้วิจัยทำการจับฉลากเพื่อจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 แบบแผนการทดลอง

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง (Two group Pretest – Posttest Design)

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	ให้สิ่งทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
E ₁	T ₁ E ₁	X ₁	T ₂ E ₁
E ₂	T ₁ E ₂	X ₂	T ₂ E ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E ₁	แทน	กลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล
E ₂	แทน	กลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม
T ₁	แทน	คะแนนสอบก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Pretest)
T ₂	แทน	คะแนนสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Posttest)
X ₁	แทน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล
X ₂	แทน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักวัดและการประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สาเหตุที่เลือกเรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน เพราะว่า เป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญเป็นพื้นฐานของการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และมี

ความสัมพันธ์ต่อกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ภายในสาระวิชาคณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และแบบฝึกหัดเรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ฉบับ คือ

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบเพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ แต่ละข้อวัดความสามารถ 3 ด้าน คือ

- ความสามารถของนักเรียนในการระบุถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงแนวทางแก้ปัญหาสู่วิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญหา

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

สำหรับการสร้างเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีรายละเอียดในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง

1. ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

ขั้นที่ 1 การเตรียมเอกสารด้านวิชาการ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนอนุเทพพัฒนา ที่อิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในส่วนของสาระสำคัญของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล หนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์และคู่มือครู เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นเลือกตัวอย่างเนื้อหาคณิตศาสตร์มาใช้ในการทดลองสอนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน และกำหนดจำนวนชั่วโมงให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหาของรายวิชา ผลการวิเคราะห์เนื้อหาในระยะเวลา 14 ชั่วโมง เป็นดังนี้

คู่อันดับและผลคูณคาร์ทีเซียน	2 ชั่วโมง
ความสัมพันธ์	1 ชั่วโมง
โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์	2 ชั่วโมง
กราฟของความสัมพันธ์	1 ชั่วโมง
อินเวอร์สของความสัมพันธ์	2 ชั่วโมง
ฟังก์ชัน	1 ชั่วโมง
สัญลักษณ์ของฟังก์ชันและการหาโดเมนและเรนจ์ของฟังก์ชัน	2 ชั่วโมง
ชนิดของฟังก์ชัน	3 ชั่วโมง

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา และวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยแต่ละแผนประกอบด้วย

- 2.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
- 2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 2.2.1 ด้านความรู้
 - 2.2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ
 - 2.2.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 2.3 สาระสำคัญ
- 2.4 สารการเรียนรู้
- 2.5 กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้
 - 2.5.1 ขั้นนำ

2.5.1.1 ขั้นกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียน (Feed Up)

2.5.2 ขั้นสอน

2.5.2.1 ขั้นตรวจสอบความเข้าใจเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (Checking for understanding)

2.5.2.2 ขั้นการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback)

2.5.3 ขั้นสรุป

2.5.3.1 ขั้นการให้คำแนะนำ (Feed Forward)

รายละเอียดแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตารางที่ 2

ตาราง 2 กรอบแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ	
ขั้นกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียน (Feed Up) เป็นขั้นตอนที่เตรียมความพร้อมให้กับนักเรียน โดยสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน ทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะเรียน รวมถึงแจ้งเป้าหมายหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ 1. ครูสร้างแรงจูงใจในการเรียนด้วยการอธิบายถึงความสำคัญของการเรียน ประโยชน์ที่จะได้รับในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ที่จะเกิดกับนักเรียน 2. ครูแจ้งจุดประสงค์หรือเป้าหมายการเรียนรู้ของเรื่องที่จะเรียนให้นักเรียนทราบ 3. ครูแจ้งการประเมินที่ชัดเจนเพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าในการเรียนรู้และการประเมิน 4. ครูทบทวนความรู้ที่จำเป็นต่อการเรียนความรู้ใหม่โดยการถามตอบและอธิบาย	
ขั้นสอน	
ขั้นตรวจสอบความเข้าใจเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (Checking for understanding) ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนโดยสังเกตจากการสนทนา การตอบคำถาม การนำเสนอ หรือทำแบบฝึกหัด	
ขั้นการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ครูผู้สอนให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพเกี่ยวกับความสำเร็จและสิ่งที่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาหรือปรับปรุงแก้ไขแก่นักเรียน	
กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2
การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคล มีความเฉพาะเจาะจงในการทำแบบฝึกหัดในแต่ละข้อ โดยบอกผลของการกระทำของผู้เรียนว่าถูกหรือผิด พร้อมทั้งอธิบายว่าทำไมคำตอบจึงถูกและทำไมคำตอบจึงผิด ยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงให้ผู้เรียนสังเกตและเรียนรู้ข้อผิดพลาด รวมถึงให้ข้อมูลย้อนกลับสรุปภาพรวมของการทำแบบฝึกหัดโดยบอกสิ่งที่ผู้เรียนทำได้ดีแล้ว และบอกถึงแนวทางที่ผู้เรียนจะต้องทำต่อไปเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้	การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนทั้งชั้นเรียน โดยการรวบรวมข้อผิดพลาดและสิ่งที่นักเรียนทำได้ดีแล้วจากการทำแบบฝึกหัดของผู้เรียนแต่ละคนและจัดกลุ่มข้อมูลนั้นไว้แล้วครูผู้สอนแสดงตัวอย่างที่ผิดพลาดให้ผู้เรียนทั้งชั้นเรียนเห็นพร้อมกัน และผู้เรียนร่วมกันทั้งชั้นเรียนวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อผิดพลาด และหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง รวมถึงบอกสิ่งที่นักเรียนทำได้ดีแล้ว และแนวทางที่นักเรียนจะต้องทำต่อไปเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นสรุป

ขั้นการให้คำแนะนำ (Feed Forward)

1. ครูผู้สอนให้คำแนะนำ และชี้แนะแนวทาง ให้กำลังใจ เพื่อกระตุ้นความก้าวหน้าในการเรียนที่มีประสิทธิภาพและเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ที่สูงขึ้น
2. นักเรียนช่วยกันสรุปและสะท้อนเกี่ยวกับความรู้ที่เรียนในคาบ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ในเรื่องต่อไป
3. ครูสรุปประเด็นเพิ่มเติมที่นักเรียนยังบกพร่องแก้ปัญหา เพื่อสร้างความเข้าใจที่ตรงกันให้กับนักเรียน
4. ครูมอบหมายงานให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม

2.6 สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

2.7 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

2.8 บันทึกหลังสอน

ขั้นที่ 2 การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผล เพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

1. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐาน ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา และวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ที่สร้างขึ้นเสนอต่อประธานควบคุมปริมาณหนี้ และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับ หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ และระยะเวลาที่ใช้ ตลอดจนภาษาที่ใช้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ได้ค่าเฉลี่ย 4.53 อยู่ในระดับดีมาก (รายละเอียดดังภาคผนวก ข) และประเด็นการปรับแก้ คือ พยายามควบคุมให้อยู่ในเวลาที่กำหนด ชี้แจงให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการให้ข้อมูลย้อนกลับ และในขั้นตรวจสอบความเข้าใจ ควรเขียนเน้นพฤติกรรมของนักเรียน ใช้คำถามให้นักเรียนเกิดการสะท้อนคิด สื่อสารอภิปรายเพิ่มมากขึ้น ก่อนจะสะท้อนด้วยการเขียนลงในแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปเสนอประธานกรรมการควบคุมปริมาณหนี้เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ที่ได้รับการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของประธานควบคุม ปรินญาณิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอุเทนพัฒนา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครพนม ที่เป็นกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560

รายละเอียดของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3

ตาราง 3 แผนการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

ชั่วโมง ที่	เนื้อหา/กิจกรรม	การดำเนินการ	
		กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2
1 - 2	1. ทดสอบก่อนเรียน 2. แนะนำการเรียน	1. ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนการทดลอง 2. ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนการทดลอง 3. ชี้แจงวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ 4. อบรมให้ความรู้เกี่ยวกับหลักการประเมินเพื่อการพัฒนา ด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ	
3 - 16	1. คู่อันดับและผลคูณคาร์ทีเซียน 2. ความสัมพันธ์ 3. โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ 4. กราฟของความสัมพันธ์ 5. อินเวอร์สของความสัมพันธ์ 6. ฟังก์ชัน 7. สัญลักษณ์ของฟังก์ชัน โดเมนและเรนจ์ของฟังก์ชัน 8. ชนิดของฟังก์ชัน	1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แผนการจัดการเรียนรู้ 2. นักเรียนได้รับข้อมูล ย้อนกลับแบบรายบุคคล และ แก้วไขข้อบกพร่องของตนเอง	1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ 2. นักเรียนได้รับข้อมูล ย้อนกลับแบบกลุ่มและ แก้วไขข้อบกพร่องของ ตนเอง
17-18	1. ทดสอบหลังเรียน 2. สะท้อนการเรียนรู้	1. ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังการทดลอง 2. ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลอง 3. ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการประเมินเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ ข้อมูลย้อนกลับ	

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ความถูกต้อง	
คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 หมายถึง ดีมาก	แสดงเนื้อหาถูกต้อง ชัดเจนในการทำงาน
2 หมายถึง ดี	มีข้อผิดพลาดเล็กน้อยในการทำงาน
1 หมายถึง พอใช้	มีข้อผิดพลาดค่อนข้างมากในการทำงาน
2. ความเป็นระเบียบเรียบร้อย	
3 หมายถึง ดีมาก	สมุดงานสะอาดเรียบร้อย ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันทุกครั้ง
2 หมายถึง ดี	สมุดงานส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่
1 หมายถึง พอใช้	สมุดงานไม่ค่อยสะอาดเรียบร้อย ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันเป็นบางครั้ง ต้องอาศัยการแนะนำ
3. ความรับผิดชอบ	
3 หมายถึง ดีมาก	ส่งงานก่อนเวลาหรือตรงเวลานัดหมาย รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัยและแนะนำ ชักชวนผู้อื่นปฏิบัติตามได้
2 หมายถึง ดี	ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่มีการติดต่อชี้แจงกับครูผู้สอน มีเหตุผลที่ฟังรับได้ รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย
1 หมายถึง พอใช้	ส่งงานช้ากว่ากำหนด ปฏิบัติงานโดยต้องอาศัยการชี้แนะ แนะนำ ดักเตือนหรือให้กำลังใจ
4. การทำงานอย่างมีระบบและรอบคอบ	
3 หมายถึง ดีมาก	มีการวางแผนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ การทำงานมีครบทุกขั้นตอน
2 หมายถึง ดี	มีการวางแผนการดำเนินงาน การทำงานมีครบทุกขั้นตอน แต่ผิดพลาดบ้าง
1 หมายถึง พอใช้	ไม่มีแผนการดำเนินงาน การทำงานไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข

3. ขั้นตอนในการสร้างแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ

แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อกำหนดรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบของข้อมูลย้อนกลับขึ้นเอง เรียกข้อมูลย้อนกลับที่พัฒนาขึ้นว่า ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม และกำหนดวิธีการให้ 2 วิธี ดังนี้

3.1.1 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล คือ การที่ผู้สอนตรวจแบบฝึกหัดและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนในแบบฝึกหัดแต่ละข้อ โดยบอกผลการกระทำของผู้เรียนว่าถูกหรือผิด พร้อมทั้งอธิบายว่าทำไมคำตอบจึงถูก หรือคำตอบจึงผิด และยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงให้ผู้เรียนสังเกตและเรียนรู้การแก้ไขข้อผิดพลาด และให้ข้อมูลย้อนกลับสรุปภาพรวมของการทำแบบฝึกหัดโดยบอกสิ่งที่ผู้เรียนทำได้ดีแล้วในงานที่ผู้เรียนได้ทำ และบอกถึงแนวทางที่ผู้เรียนจะต้องทำต่อไปเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้

3.1.2 การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม คือ การที่ผู้สอนให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนทั้งชั้นเรียน โดยการรวบรวมข้อผิดพลาดและสิ่งที่นักเรียนทำได้ดีแล้วจากการทำแบบฝึกหัดของผู้เรียนแต่ละคนและจัดกลุ่มข้อมูลนั้นไว้ แล้วครูผู้สอนแสดงตัวอย่างที่ผิดพลาดให้ผู้เรียนทั้งชั้นเรียนเห็นพร้อมกัน และผู้เรียนร่วมกันทั้งชั้นเรียนวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อผิดพลาด และหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง รวมถึงบอกสิ่งที่นักเรียนทำได้ดีแล้ว และแนวทางที่นักเรียนจะต้องทำต่อไปเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้

และในแต่ละวิธีของการให้ข้อมูลย้อนกลับ ข้อมูลย้อนกลับที่ให้เป็นข้อมูลย้อนกลับแบบผสม ซึ่งมีแนวทางในการให้ข้อมูลย้อนกลับ ดังนี้ 1) บอกผลการกระทำของผู้เรียนว่าถูกหรือผิด พร้อมทั้งอธิบายว่าทำไมคำตอบจึงถูกหรือคำตอบจึงผิด และยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงให้ผู้เรียนสังเกตและเรียนรู้การแก้ไขข้อผิดพลาด 2) บอกสิ่งที่ผู้เรียนทำได้ดีแล้วในงานที่ผู้เรียนได้ทำ 3) บอกถึงแนวทางที่ผู้เรียนจะต้องทำต่อไปเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้

3.2 สร้างแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งมีองค์ประกอบในการให้ตามแนวทางการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบผสม ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งองค์ประกอบของแบบบันทึกข้อมูลย้อนกลับออกเป็น 3 ส่วน คือ

- | | |
|-----------|---|
| ส่วนที่ 1 | การสรุปสาระสำคัญของบทเรียน และการสะท้อนเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของตนเองในสิ่งที่ตนเองเข้าใจและไม่เข้าใจ (สำหรับนักเรียนก่อนได้รับข้อมูลย้อนกลับ) |
| ส่วนที่ 2 | การให้ข้อมูลย้อนกลับของครู โดยส่วนนี้แยกตามวิธีของการให้ข้อมูลย้อนกลับ คือ 1) วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล ครูจะเป็นผู้บันทึกข้อมูลย้อนกลับ 2) วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม นักเรียนจะเป็นผู้บันทึกข้อมูลย้อนกลับที่ได้จากครูพร้อมกันทั้งชั้นเรียน |

ส่วนที่ 3 การวางแผนสิ่งที่นักเรียนจำดำเนินการเพื่อบรรลุเป้าหมาย (สำหรับนักเรียน หลังได้รับข้อมูลย้อนกลับ)

3.3 นำแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ ที่สร้างขึ้นเสนอต่อประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้กับหลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยคุณภาพของแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ได้ค่าเฉลี่ย 4.3 อยู่ในระดับดี (รายละเอียดดังภาคผนวก ข) และมีข้อเสนอแนะว่า ในการใช้แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับควรอธิบายวิธีใช้ให้กับนักเรียนอย่างชัดเจน เพื่อประสิทธิภาพของการให้ข้อมูลย้อนกลับ

3.4 นำแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปเสนอประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.5 จัดพิมพ์แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4. ขั้นตอนในการสร้างแบบฝึกหัด

ผู้วิจัยสร้างแบบฝึกหัด จำนวน 8 แบบฝึกหัด เพื่อใช้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ สำหรับกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีขั้นตอนการสร้างแบบฝึกหัด ดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องในการสร้างแบบฝึกหัด เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.2 ศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากหนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนอุเทนพัฒนา ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน โดยแบ่งออกเป็น 8 หน่วยย่อย ได้แก่

หน่วยย่อยที่ 1 คู่อันดับ ผลคูณคาร์ทีเซียน

หน่วยย่อยที่ 2 ความสัมพันธ์

หน่วยย่อยที่ 3 โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์

หน่วยย่อยที่ 4 กราฟของความสัมพันธ์

หน่วยย่อยที่ 5 อินเวอร์สของความสัมพันธ์

หน่วยย่อยที่ 6 ฟังก์ชัน

หน่วยย่อยที่ 7 สัญลักษณ์และการหาโดเมนและเรนจ์ของฟังก์ชัน

หน่วยย่อยที่ 8 ชนิดของฟังก์ชัน

4.3 กำหนดกรอบ ข้อคำถาม ที่จะนำมาใช้ในการสร้างคำถามในแบบฝึกหัด

4.4 สร้างแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในแต่ละคาบ

4.5 นำแบบฝึกหัดนำไปเสนอประธานกรรมการควบคุมปริญญาบัณฑิตตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสม เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบดังนี้

1.1 ศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากหนังสือและคู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนอนุเทพพัฒนา ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.2 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยให้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน และพิจารณากำหนดน้ำหนักของแบบทดสอบจากจุดประสงค์การเรียนรู้ ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์รายวิชา เพื่อกำหนดอัตราส่วนของแบบทดสอบให้เหมาะสม โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน 4 ด้าน ตามแนวคิดของวิลสัน คือ ด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์ รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตาราง 4 การวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้	การ วิเคราะห์	รวม จำนวน ข้อ
1. คู่อันดับ ผลคูณคาร์ทีเซียน	2	-	-	1	3
2. ความสัมพันธ์	-	2	-	1	3
3. โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์	-	5	-	1	6
4. กราฟของความสัมพันธ์	-	2	-	-	2
5. อินเวอร์สของความสัมพันธ์	1	2	-	-	3
6. ฟังก์ชัน	-	-	-	3	3
7. สัญลักษณ์และการหาโดเมน และเรนจ์ของฟังก์ชัน	-	3	-	-	3
8. ชนิดของฟังก์ชัน	-	5	2	-	7
รวม	3	19	2	6	30

1.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยสร้างเกินจำนวนที่กำหนดในตารางวิเคราะห์ เพื่อใช้คัดเลือกให้เหลือเพียง 30 ข้อ และให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาบัตรตรวจสอบความเหมาะสมและแก้ไขข้อบกพร่อง แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดประเมินผล จำนวน 5 คน ตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและความครอบคลุมของคำถาม และความเหมาะสมของข้อคำถามกับความสามารถของผู้เรียนในระดับนี้ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบในด้านความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-objective congruence: IOC) ตั้งแต่ 0.5 – 1.00

1.5 นำแบบทดสอบที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาบัตรตรวจสอบอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

1.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุเทพพัฒนา ซึ่งผ่านการเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน มาแล้ว จำนวน 100 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

1.7 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบโดยใช้เทคนิค 27 % แบ่งกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 186-196) และคัดเลือกข้อที่มีค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.20 ขึ้นไปไว้ใช้ในการทดลอง ซึ่งข้อสอบที่คัดเลือกไว้มีค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.20 – 0.61 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.22 – 0.70 (รายละเอียดดังภาคผนวก ข)

1.8 เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกที่ดีที่สุด จำนวน 30 ข้อ โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

1.9 นำข้อสอบที่คัดเลือกไปทดลองกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนเรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชันมาแล้วและไม่ซ้ำกับกลุ่มเดิมจำนวน 100 คน มาวิเคราะห์คุณภาพโดยหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson: KR-20) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2540: 183 -184) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.76 แล้วนำเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาบัตรเพื่อพิจารณาความถูกต้องและเหมาะสมก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

1.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับสมบูรณ์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

- ข้อ (0) ถ้า $(x + 1, 4) = (3, y - 2)$ แล้ว (x, y) คือข้อใด
1. (2, 6) *
 2. (2, 5)
 3. (3, 6)
 4. (3, 5)
- ข้อ (00) กำหนด $A = \{2, 3\}$ $B = \{4, 5, 6\}$ และ $C = \{1, 2, 3\}$
แล้ว $(A \cap C) \times B$ เท่ากับเซตในข้อใด
1. $\{(1, 4), (1, 5), (2, 4), (2, 5), (3, 4), (3, 5)\}$
 2. $\{(2, 4), (2, 5), (2, 6), (3, 4), (3, 5), (3, 6)\}$ *
 3. $\{(2, 4), (2, 5), (2, 6)\}$
 4. $\{(3, 4), (3, 5), (3, 6)\}$

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ส่วนข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน

2. ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นแบบอัตนัย มีจำนวน 4 ข้อ ซึ่งมีรายละเอียดในการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดกรอบแนวคิด และรูปแบบที่เหมาะสม ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2.2 ศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากหนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนอนุเทพพัฒนา ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาพื้นฐาน เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.3 ศึกษาลักษณะการสร้างแบบทดสอบอัตนัย เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการที่แสดงออกถึงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อใช้เป็นกรอบในการสร้างข้อสอบ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถของนักเรียน 3 ด้าน คือ

2.3.1 ความสามารถของนักเรียนในการระบุถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3.2 ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3.3 ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงแนวทางแก้ปัญหาสู่วิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญหา

2.4 สร้างข้อสอบตามนิยามปฏิบัติการในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชา โดยข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นข้อสอบแบบอัตนัย มีเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ซึ่งต้องใช้ความรู้และเนื้อหาภายในวิชาคณิตศาสตร์ที่ผ่านการเรียนรู้มาแล้ว คือ หลักการแก้สมการ การดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนจริง การแยกตัวประกอบ และการเปลี่ยนจากสิ่งที่เป็นโจทย์กำหนดให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์หรือ รูปภาพ มาใช้ในการแก้ปัญหา จำนวน 6 ข้อ โดยแต่ละข้อจะมีข้อย่อย 3 ข้อ ตามนิยามเชิงปฏิบัติการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.5 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score) ข้อละ 10 คะแนน เพื่อความชัดเจนในการประเมินการตรวจให้คะแนน

2.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้น เสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไข

2.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความถูกต้องของข้อสอบ และความเหมาะสมของภาษา โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-objective congruence: IOC) ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC 1.00 จำนวน 6 ข้อ

2.8 แก้ไขแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาโทตรวจสอบพิจารณาอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อย

2.9 นำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุเทพพัฒนา ซึ่งผ่านการเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน มาแล้ว จำนวน 40 คน เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.10 นำผลการทดลองใช้มาวิเคราะห์เป็นรายข้อโดยพิจารณาจากค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) พร้อมคัดเลือก โดยใช้วิธีของวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney; & Sabers. 1970) เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ตามเกณฑ์ ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตามเกณฑ์ 0.20 ขึ้นไป โดยคัดเลือก 4 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.47 – 0.60 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.56 (รายละเอียดดังภาคผนวก ข)

2.11 นำข้อสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 4 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัย โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 218) โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัยเท่ากับ 0.87 แล้วนำเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาโทก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 5 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
ความสามารถของนักเรียนในการระบุถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3	สามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือสมบัติทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง (ร้อยละ 80 ขึ้นไป)
	2	สามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือสมบัติทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 50 – 80)
	1	สามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือสมบัติทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องบางส่วน (ต่ำกว่าร้อยละ 50)
	0	ไม่สามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือสมบัติทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้เลย หรือระบุแต่ระบุผิด หรือไม่มีร่องรอยการทำ
ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3	นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหามาจัดลำดับ และสรุปเป็นแนวทางการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและชัดเจน (ร้อยละ 80 ขึ้นไป)
	2	นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหามาจัดลำดับ และสรุปเป็นแนวทางการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 50 - 80)
	1	นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหามาจัดลำดับ และสรุปเป็นแนวทางการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน (ต่ำกว่าร้อยละ 50)
	0	ไม่นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหามาจัดลำดับ และสรุปเป็นแนวทางการแก้ปัญหา หรือระบุแต่ระบุผิด หรือไม่มีร่องรอยการทำ

ตาราง 5 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงแนวทางแก้ปัญหาสู่วิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญหา	4	สามารถนำแนวทางการแก้ปัญหา มาช่วยในการแก้ปัญหา และแสดงวิธีหาคำตอบไปสู่คำตอบที่ถูกต้องได้
	3	สามารถนำแนวทางการแก้ปัญหา มาช่วยในการแก้ปัญหา และแสดงวิธีหาคำตอบได้แต่คำตอบไม่ถูกต้อง
	2	สามารถนำแนวทางการแก้ปัญหา มาช่วยในการแก้ปัญหาได้บางส่วน และแสดงวิธีหาคำตอบไม่ถูกต้อง
	1	สามารถนำแนวทางการแก้ปัญหา มาช่วยในการแก้ปัญหาได้แต่ยังไม่เหมาะสม แต่มีความพยายามในการแสดงวิธีหาคำตอบ
	0	ไม่สามารถนำแนวทางการแก้ปัญหา มาแสดงวิธีหาคำตอบได้ หรือไม่มีร่องรอยในการหาคำตอบ

การดำเนินการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนเตรียมการก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยมีการดำเนินการเตรียมการก่อนการทดลอง ดังนี้

1.1 ติดต่อผู้อำนวยการโรงเรียนอนุเทพพัฒนา เพื่อประสานงาน ขอความร่วมมือในการนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ไปทดลองใช้

1.2 ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนการวิจัย แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และการประเมินผลของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้บริหารโรงเรียนและหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และครูที่รับผิดชอบการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุเทพพัฒนา

1.3 ประสานขอความร่วมมือในการกำหนดตารางสอน และขอบเขตเนื้อหาที่ใช้ในกระบวนการเรียนการสอนกับหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.4 ผู้วิจัยติดต่อขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และนักเรียนที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2. ขั้นตอนการทดลอง

ระหว่างทดลองนักเรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับทุกครั้งหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีการดำเนินการทดลองมีดังนี้

2.1 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุเทพพัฒนา ที่เป็นกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม จำนวน 76 คน ระหว่างเดือนมิถุนายน 2560 – สิงหาคม 2560 เป็นเวลา 9 สัปดาห์ รวม 18 ชั่วโมง เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปทดสอบสมมติฐาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ชั่วโมงที่ 1-2

1) ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2) เตรียมตนเอง ผู้วิจัยเตรียมตนเองให้พร้อมกับบทบาทของผู้ให้การสนับสนุน ส่งเสริม และอำนวยความสะดวกแก่นักเรียน ซึ่งจะต้องอธิบาย คำแนะนำ คำปรึกษา ให้ข้อมูลความรู้ และข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนในการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง

3) การเตรียมความพร้อมของนักเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง การปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของตนเอง และความสำคัญของการ

วัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นเครื่องมือที่จะนำไปสู่การพัฒนาตนเองในการเรียนรู้ให้เต็มศักยภาพ

ชั่วโมงที่ 3 – 16

ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามที่ได้กำหนดไว้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยในการทำแบบฝึกหัดทั้ง 8 หน่วยย่อย ซึ่งประกอบด้วย

หน่วยย่อยที่ 1 คู่อันดับ ผลคูณคาร์ทีเซียน

หน่วยย่อยที่ 2 ความสัมพันธ์

หน่วยย่อยที่ 3 โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์

หน่วยย่อยที่ 4 กราฟของความสัมพันธ์

หน่วยย่อยที่ 5 อินเวอร์สของความสัมพันธ์

หน่วยย่อยที่ 6 ฟังก์ชัน

หน่วยย่อยที่ 7 สัญลักษณ์และการหาโดเมนและเรนจ์ของฟังก์ชัน

หน่วยย่อยที่ 8 ชนิดของฟังก์ชัน

จะมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ 2 วิธี ได้แก่ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม โดยหลังจากที่นักเรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับแล้ว จะนำไปพัฒนาปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเองด้วยการนำแบบฝึกหัดไปแก้ไขให้ถูกต้องสมบูรณ์แล้วนำมาส่งที่ครูผู้สอนอีกครั้ง

ชั่วโมงที่ 17 -18

2.2 ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกับก่อนเรียน

2.3 นำคะแนนที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

รายละเอียดในการดำเนินการทดลองตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แสดงในตาราง 6

ตาราง 6 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

แผน ที่	เวลา เรียน	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เครื่องมือการวัดและประเมินผล	ผู้ ประเมิน
1	2 ชั่วโมง	แนะนำการเรียนรู้ ทดสอบก่อน เรียน	-ชี้แจงวัตถุประสงค์ใน การจัดการเรียนรู้ -ให้ความรู้เกี่ยวกับ หลักการวัดประเมินผล เพื่อการพัฒนาด้วย วิธีการให้ข้อมูล ย้อนกลับ	-แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนคณิตศาสตร์ -แบบทดสอบวัดความสามารถในการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	ผู้วิจัย นักเรียน

ตาราง 6 (ต่อ)

แผน ที่	เวลา เรียน	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เครื่องมือการวัดและประเมินผล	ผู้ ประเมิน
2	2 ชั่วโมง	คู่อันดับและผล คูณคาร์ทีเซียน	- บอกการเท่ากันของคู่ อันดับได้ - หาผลคูณคาร์ทีเซียน ได้	-แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน รายบุคคล -แบบประเมินคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ -แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ (ให้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 1)	ผู้วิจัย นักเรียน
3	2 ชั่วโมง	ความสัมพันธ์	- เขียนความสัมพันธ์ แบบแจกแจงสมาชิก และแบบบอกเงื่อนไข ได้	-แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน รายบุคคล -แบบประเมินคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ -แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ (ให้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 2)	ผู้วิจัย นักเรียน
4	2 ชั่วโมง	โดเมนและเรนจ์ ขอความสัมพันธ์	-หาโดเมนและเรนจ์ ขอความสัมพันธ์ที่ กำหนดให้ได้	-แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน รายบุคคล -แบบประเมินคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ -แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ (ให้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 3)	ผู้วิจัย นักเรียน
5	1 ชั่วโมง	กราฟของ ความสัมพันธ์	-เขียนกราฟของ ความสัมพันธ์ที่ กำหนดให้ได้	-แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน รายบุคคล -แบบประเมินคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ -แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ (ให้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 4)	ผู้วิจัย นักเรียน
6	2 ชั่วโมง	อินเวอร์สของ ความสัมพันธ์	-หาอินเวอร์สของ ความสัมพันธ์ที่ กำหนดให้ได้	-แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน รายบุคคล -แบบประเมินคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ -แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ (ให้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 5)	ผู้วิจัย นักเรียน

ตาราง 6 (ต่อ)

แผน ที่	เวลา เรียน	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เครื่องมือการวัดและประเมินผล	ผู้ ประเมิน
7	2 ชั่วโมง	ฟังก์ชัน	-บอกได้ว่า ความสัมพันธ์ใดเป็น ฟังก์ชัน	-แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน รายบุคคล -แบบประเมินคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ -แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ (ให้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 6)	ผู้วิจัย นักเรียน
8	1 ชั่วโมง	สัญลักษณ์ของ ฟังก์ชันและการ หาโดเมน และเรนจ์ของ ฟังก์ชัน	-สามารถเขียนฟังก์ชัน ได้ถูกต้อง -หาโดเมนและเรนจ์ ของฟังก์ชันได้	-แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน รายบุคคล -แบบประเมินคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ -แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ (ให้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 7)	ผู้วิจัย นักเรียน
9	2 ชั่วโมง	ชนิดของฟังก์ชัน	-สามารถเขียนฟังก์ชัน แต่ละชนิดจาก สถานการณ์ปัญหาที่ กำหนดให้ได้ - สามารถเขียนกราฟ ของแต่ละฟังก์ชัน และ นำไปใช้ในการ แก้ปัญหาได้	-แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน รายบุคคล -แบบประเมินคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ -แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ (ให้ข้อมูลย้อนกลับครั้งที่ 8)	ผู้วิจัย นักเรียน
10	2 ชั่วโมง	สะท้อนการ เรียนรู้ ทดสอบหลัง เรียน	-สะท้อนผลการจัด กิจกรรมการเรียนรู้โดย ใช้หลักการพัฒนา เพื่อการพัฒนาด้วย วิธีการให้ข้อมูล ย้อนกลับ	-แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนคณิตศาสตร์ -แบบทดสอบวัดความสามารถในการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	ผู้วิจัย นักเรียน

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าสถิติพื้นฐานคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัย (Two – way MANOVA) โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันและได้รับข้อมูลย้อนกลับด้วยวิธีที่ แตกต่างกัน รวมถึงศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. สถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความเบ้ (Sk) และค่าความโด่ง (Ku) เพื่อวิเคราะห์คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient)

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

วิเคราะห์ข้อมูลทดสอบสมมติฐาน (Two – way MANOVA) โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันและได้รับข้อมูลย้อนกลับด้วยวิธีที่ แตกต่างกัน รวมถึงศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
M	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
Sk	แทน	ความเบ้
Ku	แทน	ความโด่ง
SS	แทน	ผลบวกกำลังสองของค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลและค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูล (Sum of Square)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสอง (Mean Square)
F	แทน	ค่าสถิติทดสอบ F
df	แทน	ชั้นความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)
Wilks' Λ	แทน	ค่าสถิติทดสอบแลมบ์ด่า (Λ) ของวิลคส์ (Wilks)
*	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
กลุ่มทดลอง 1	แทน	กลุ่มของนักเรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล
กลุ่มทดลอง 2	แทน	กลุ่มของนักเรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในแต่ละระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ได้รับวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล และแบบกลุ่ม และศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

2. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

3. ค่าสถิติทดสอบตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนาม ได้แก่ การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และค่าการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

4. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันที่ได้รับวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน และศึกษาผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามแบบสองทาง (Two way MANOVA) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนเอกนาม (Univariate Test)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

จากการศึกษาคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนตามกลุ่มทดลองโดยภาพรวมพบว่า กลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.71 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.73 ค่าความเบ้เท่ากับ -.08 มีลักษณะเบ้ซ้ายและค่าความโด่งเท่ากับ .10 มีลักษณะความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ กลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.50 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.69 ค่าความเบ้เท่ากับ .46 มีลักษณะเบ้ขวาและค่าความโด่งเท่ากับ .05 มีลักษณะความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ และเมื่อพิจารณาภาพรวมตามระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์พบว่า กลุ่มสูงมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ในขณะที่กลุ่มต่ำมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มปานกลาง โดยกลุ่มสูง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.88 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.09 ค่าความเบ้เท่ากับ 1.66 มีลักษณะเบ้ขวาและค่าความโด่งเท่ากับ 4.67 มีลักษณะความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ กลุ่มปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.40 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.43 ค่าความเบ้เท่ากับ .62 มีลักษณะเบ้ขวาและค่าความโด่งเท่ากับ .92 มีลักษณะความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ และกลุ่มต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.54 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.76 ค่าความเบ้เท่ากับ .46 มีลักษณะเบ้ขวาและค่าความโด่งเท่ากับ -

.31 มีลักษณะความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ และเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.60 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.42 ค่าความเบ้เท่ากับ .69 มีลักษณะเบ้ขวาและค่าความโด่งเท่ากับ .84 มีลักษณะความโด่งสูงกว่าโค้งปกติคือคะแนนมีการกระจายน้อย

คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนตามกลุ่มทดลองโดยภาพรวมพบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 โดยกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.68 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.14 ค่าความเบ้เท่ากับ .83 มีลักษณะเบ้ขวาและค่าความโด่งเท่ากับ 1.63 มีลักษณะความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ กลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.47 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.46 ค่าความเบ้เท่ากับ .12 มีลักษณะเบ้ขวาและค่าความโด่งเท่ากับ -.19 มีลักษณะความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ และเมื่อพิจารณาภาพรวมตามระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์พบว่า กลุ่มสูงมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มปานกลาง และกลุ่มปานกลางมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มต่ำ โดยกลุ่มสูง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.20 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.86 ค่าความเบ้เท่ากับ 1.03 มีลักษณะเบ้ขวาและค่าความโด่งเท่ากับ 2.09 มีลักษณะความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ กลุ่มปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.36 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.48 ค่าความเบ้เท่ากับ -.48 มีลักษณะเบ้ซ้ายและค่าความโด่งเท่ากับ -.96 มีลักษณะความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ และกลุ่มต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.73 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.99 ค่าความเบ้เท่ากับ .86 มีลักษณะเบ้ขวาและค่าความโด่งเท่ากับ .52 มีลักษณะความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ และเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.07 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.86 ค่าความเบ้เท่ากับ .71 มีลักษณะเบ้ขวาและค่าความโด่งเท่ากับ 1.54 มีลักษณะความโด่งสูงกว่าโค้งปกติคือคะแนนมีการกระจายน้อย รายละเอียดแสดงดังตาราง 7

ตาราง 7 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลัง

เรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 จำแนกตามระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์

กลุ่ม	ระดับ ความสามารถ	n	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน				ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน			
			(คะแนนเต็ม 30 คะแนน)				(คะแนนเต็ม 30 คะแนน)			
			M	S.D.	Sk	Ku	M	S.D.	Sk	Ku
ทดลอง 1	สูง	13	7.85	1.14	1.53	5.11	19.31	2.83	1.72	4.05
	ปานกลาง	12	7.83	2.03	-.27	-.41	16.25	2.09	-.61	.08
	ต่ำ	13	7.46	2.02	-.04	-.43	14.46	2.29	1.52	1.84
	รวม	38	7.71	1.78	-.08	.10	16.68	3.14	.83	1.63

ตาราง 7 (ต่อ)

กลุ่ม	ระดับ ความ สามารถ	n	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน				ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน			
			(คะแนนเต็ม 30 คะแนน)				(คะแนนเต็ม 30 คะแนน)			
			M	S.D.	Sk	Ku	M	S.D.	Sk	Ku
ทดลอง 2	สูง	12	10.00	2.34	1.33	4.29	17.00	2.44	.40	-1.27
	ปานกลาง	13	8.92	2.72	.76	.65	14.54	2.60	-.236	-1.80
	ต่ำ	13	9.61	3.04	.09	-1.01	15.00	1.68	-.12	-.25
	รวม	38	9.50	2.69	.46	.05	15.47	2.46	.12	-.19
รวม	สูง	25	8.88	2.09	1.66	4.67	18.20	2.86	1.03	2.39
	ปานกลาง	25	8.40	2.43	.62	.92	15.36	2.48	-.48	-.96
	ต่ำ	26	8.54	2.76	.46	-.31	14.73	1.99	.86	.52
	รวม	76	8.60	2.42	.69	.84	16.07	2.86	.71	1.54

2. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

จากการศึกษาคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนตามกลุ่มทดลองโดยภาพรวมพบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 โดยกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.09 ค่าความเบ้เท่ากับ -.19 มีลักษณะเบ้ซ้ายและค่าความโด่งเท่ากับ -1.58 มีลักษณะความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ กลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.92 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.88 ค่าความเบ้เท่ากับ .51 มีลักษณะเบ้ขวาและค่าความโด่งเท่ากับ -1.11 มีลักษณะความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ และเมื่อพิจารณาภาพรวมตามระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์พบว่ากลุ่มสูงมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มปานกลาง และกลุ่มปานกลางมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มต่ำ โดยกลุ่มสูง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.28 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.76 ค่าความเบ้เท่ากับ -.87 มีลักษณะเบ้ซ้ายและค่าความโด่งเท่ากับ -.66 มีลักษณะความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ กลุ่มปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.09 ค่าความเบ้เท่ากับ .04 มีลักษณะเบ้ขวาและค่าความโด่งเท่ากับ -1.51 มีลักษณะความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ และกลุ่มต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.65 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.17 ค่าความเบ้เท่ากับ 1.32 มีลักษณะเบ้ขวาและค่าความโด่งเท่ากับ 1.32 มีลักษณะความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ และเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.68 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.07 ค่าความเบ้เท่ากับ

.15 มีลักษณะเบ้ขวาและค่าความโด่งเท่ากับ -.15 มีลักษณะความโด่งแบนกว่าโค้งปกติคือคะแนนมีการกระจายน้อย

คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนตามกลุ่มทดลองโดยภาพรวมพบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 โดยกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.05 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.56 ค่าความเบ้เท่ากับ -.44 มีลักษณะเบ้ซ้ายและค่าความโด่งเท่ากับ -.01 มีลักษณะความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ กลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.52 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.55 ค่าความเบ้เท่ากับ -.19 มีลักษณะเบ้ซ้ายและค่าความโด่งเท่ากับ -.46 มีลักษณะความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ และเมื่อพิจารณาภาพรวมตามระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์พบว่า กลุ่มสูงมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มปานกลาง และกลุ่มปานกลางมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มต่ำ โดยกลุ่มสูง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.76 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.04 ค่าความเบ้เท่ากับ -.21 มีลักษณะเบ้ซ้ายและค่าความโด่งเท่ากับ -.45 มีลักษณะความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ กลุ่มปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.12 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.86 ค่าความเบ้เท่ากับ -.41 มีลักษณะเบ้ซ้ายและค่าความโด่งเท่ากับ -.01 มีลักษณะความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ และกลุ่มต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.62 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.25 ค่าความเบ้เท่ากับ -.35 มีลักษณะเบ้ซ้ายและค่าความโด่งเท่ากับ -.74 มีลักษณะความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ และเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.79 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.49 ค่าความเบ้เท่ากับ -.57 มีลักษณะเบ้ซ้ายและค่าความโด่งเท่ากับ -.11 มีลักษณะความโด่งแบนกว่าโค้งปกติคือคะแนนมีการกระจายน้อย รายละเอียดแสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

และหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 จำแนกตามระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์

กลุ่ม	ระดับ ความ สามารถ	n	ความสามารถใน การเชื่อมโยงก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)				ความสามารถใน การเชื่อมโยงหลังเรียน (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)			
			M	S.D.	Sk	Ku	M	S.D.	Sk	Ku
ทดลอง 1	สูง	13	5.77	3.00	-1.26	-.08	21.00	3.37	.31	-1.87
	ปานกลาง	12	6.00	2.29	-.70	-1.18	19.92	4.58	-.30	.21
	ต่ำ	13	1.69	1.80	.64	-1.01	16.31	4.53	-.55	-1.17
รวม		38	4.44	3.09	-.19	-1.58	19.05	4.56	-.44	-.01

ตาราง 8 (ต่อ)

กลุ่ม	ระดับ ความ สามารถ	n	ความสามารถใน การเชื่อมโยงก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)				ความสามารถใน การเชื่อมโยงหลังเรียน (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)			
			M	S.D.	Sk	Ku	M	S.D.	Sk	Ku
ทดลอง 2	สูง	12	4.75	2.49	-.76	-.36	18.42	4.42	-.08	-.61
	ปานกลาง	13	2.54	2.85	1.14	.56	10.69	5.54	-.75	-.37
	ต่ำ	13	1.62	2.57	1.62	2.04	8.92	5.59	-.03	-.76
	รวม	38	2.92	2.88	.51	-1.11	12.52	6.55	-.19	-.46
รวม	สูง	25	5.28	2.76	-.87	-.66	19.76	4.04	-.21	-.45
	ปานกลาง	25	4.20	3.09	.04	-1.51	15.12	6.86	-.41	-.01
	ต่ำ	26	1.65	2.17	1.32	1.32	12.62	6.25	-.35	-.74
	รวม	76	3.68	3.07	.15	-.15	15.79	6.49	-.57	-.11

3. ค่าสถิติทดสอบตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ทดสอบความสัมพันธ์ภายในกลุ่มของตัวแปรตามทั้งหมด โดยหาค่าสหสัมพันธ์อย่างง่ายตามวิธีของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) และวิเคราะห์โดยวิธีการของ Bartlett's Test of Sphericity เพื่อตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ (MANOVA)

จากการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้สูตรเพียร์สัน (Pearson) พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์โดยรวมตามวิธีการของบาร์ทเลตต์ ปรากฏว่าได้ค่า Bartlett's Test of Sphericity เท่ากับ 31.19 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า ตัวแปรตามคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันจริง ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ ว่าด้วยความสัมพันธ์ของตัวแปรตามที่องค์ประกอบย่อยของตัวแปรตามต้องมีความสัมพันธ์กัน รายละเอียดแสดงดังตาราง 9

ตาราง 9 ค่าความสัมพันธ์รายคู่และค่าทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ตัวแปร	ผลสัมฤทธิ์	ความสามารถในการเชื่อมโยง
ผลสัมฤทธิ์	1.00	
ความสามารถในการเชื่อมโยง	.325*	1.00
Bartlett's Test of Sphericity = 31.19*		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้วยสถิติทดสอบ Levene และทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน – แปรปรวนร่วม (Variance - Covariance) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้วยสถิติบ็อกซ์ (Box Test)

จากการตรวจสอบความเป็นเอกพันธ์ของตัวแปรตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่ามีความแตกต่างของความแปรปรวนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงกล่าวได้ว่าค่าความแปรปรวนในแต่ละตัวแปร (Univariate Variance of Homogeneity) จากกลุ่มตัวอย่างมีความเป็นเอกพันธ์กัน

เมื่อทำการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของ เมทริกซ์ความแปรปรวน – แปรปรวนร่วมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้วยสถิติบ็อกซ์ (Box Test) ได้ค่าสถิติ Box's M= 12.033 (F=.744, p=.741) ซึ่งแสดงว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือเมทริกซ์ความแปรปรวน – แปรปรวนร่วมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในกลุ่มทดลองทั้งสองไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบสำหรับการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ (MANOVA) รายละเอียดแสดงดังตาราง 10

ตาราง 10 ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของตัวแปรตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ตัวแปร	Levene's Test	p-value
	F	
ผลสัมฤทธิ์	.976	.439
ความสามารถในการเชื่อมโยง	.565	.726
Box's M= 12.033, F=.744, p=.741		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ พบว่าลักษณะของข้อมูลที่จะนำไปสู่กระบวนการวิเคราะห์เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง (Two-way MANOVA) เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

4. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันและได้รับวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน และศึกษาผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง (Two way MANOVA) และการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนเอกนาม (Univariate Test)

จากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพบว่ามีค่า Wilks' Λ = .643 ($F=19.152$, $p=.000$) และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพบว่ามีค่า Wilks' Λ = .544 ($F=12.278$, $p=.000$) นั่นคือนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันที่ได้รับวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 และข้อที่ 2 รายละเอียดแสดงดังตาราง 11

ผลการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ค่า Wilks' $\Lambda = .852$ ($F=2.883$, $p=.025$) และมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 แสดงว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 รายละเอียดแสดงดังตาราง 11

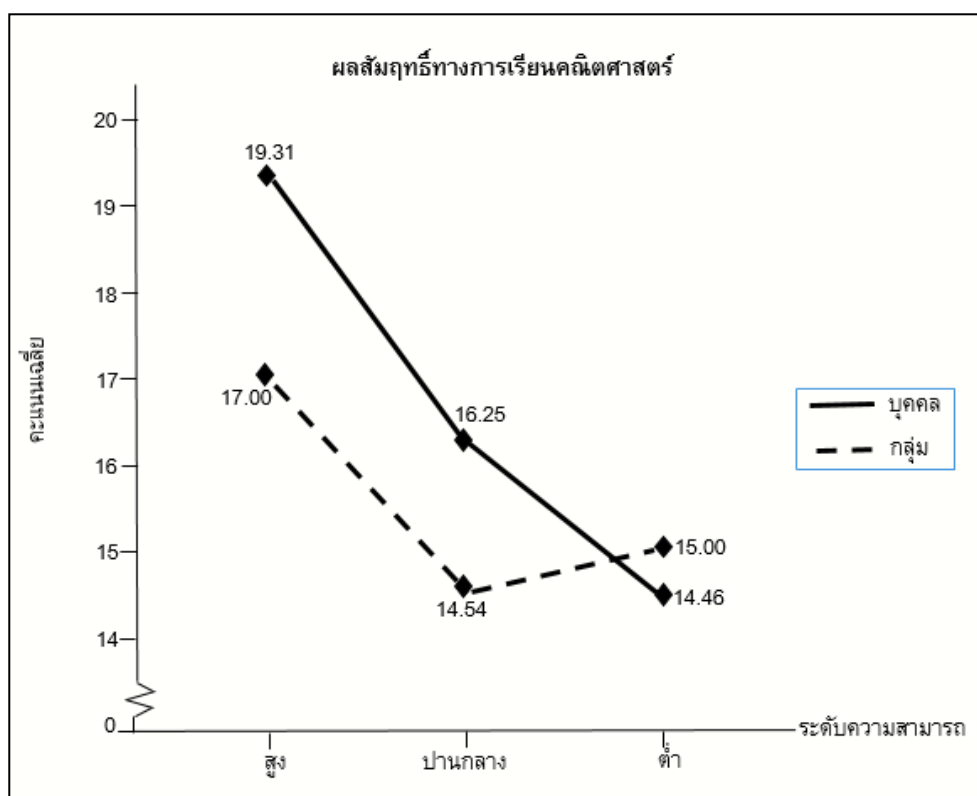
ตาราง 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์

แหล่งความแปรปรวน	Wilks' Λ	Approximate F	p - value
วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ	.643	19.152*	.000
ระดับความสามารถ	.544	12.278*	.000
ปฏิสัมพันธ์ของวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ และระดับความสามารถ	.852	2.883*	.025

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากเส้นกราฟ พบว่า ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคลและแบบกลุ่มมีลักษณะเพิ่มขึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอจากนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กลุ่มต่ำ สู่กลุ่มปานกลาง และกลุ่มสูง ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าตัวแปรวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างไม่เป็นอิสระจากกัน กล่าวคือ นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กลุ่มสูงและกลุ่มปานกลาง การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบุคคลส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงที่สุด ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กลุ่มต่ำ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่มส่งผลให้ผู้เรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงที่สุด และเมื่อพิจารณาตามวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ พบว่า วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคลส่งผลให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กลุ่มสูงมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มปานกลาง และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กลุ่มปานกลางสูงกว่ากลุ่มต่ำ ส่วนวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่มส่งผลให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการ

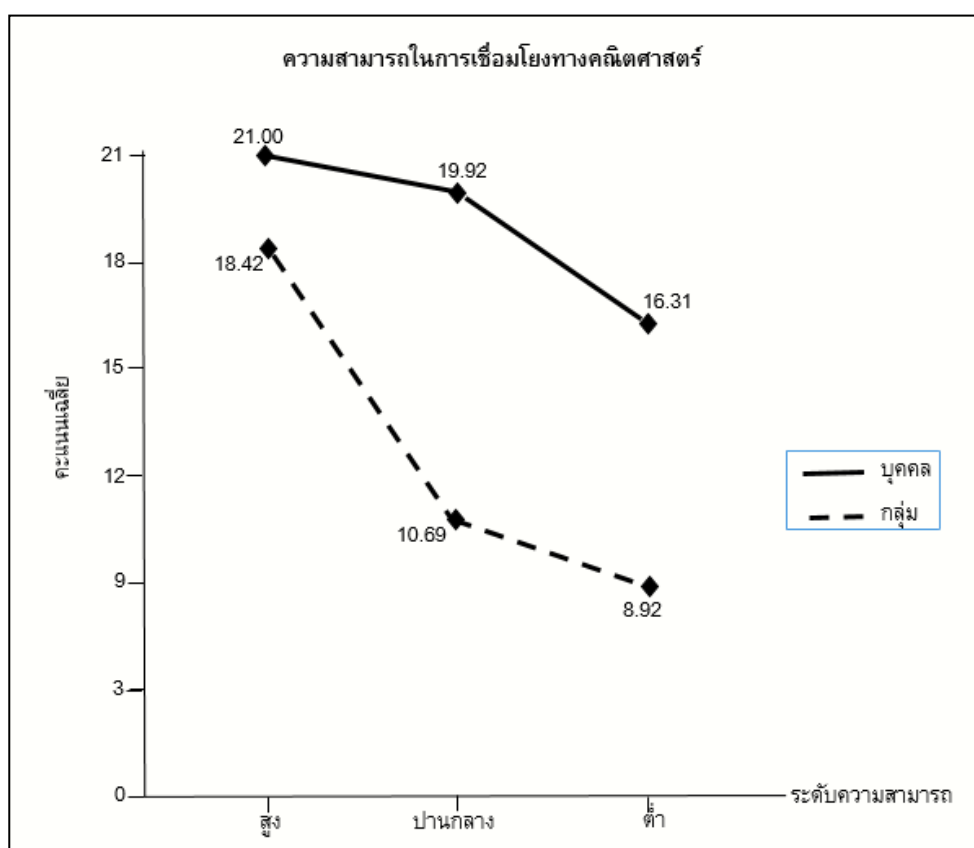
เรียนคณิตศาสตร์กลุ่มสูงมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มปานกลาง แต่ นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กลุ่มต่ำสูงกว่ากลุ่มปานกลาง ดังภาพประกอบที่ 7



ภาพประกอบ 7 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากเส้นกราฟ พบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม มีลักษณะเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจากนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กลุ่มต่ำ สู่กลุ่มปานกลาง และกลุ่มสูง ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าตัวแปรระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับส่งผลต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นอิสระจากกัน กล่าวคือ นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบบุคคลส่งผลให้ผู้เรียนมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงที่สุด และเมื่อพิจารณาดตามวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ พบว่า วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคลส่งผลให้นักเรียนที่มีระดับ

ความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กลุ่มสูงมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มปานกลาง และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กลุ่มปานกลางสูงกว่ากลุ่มต่ำ ส่วนวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่มส่งผลให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กลุ่มสูงมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มปานกลาง และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กลุ่มปานกลางสูงกว่ากลุ่มต่ำ ดังภาพประกอบที่ 8



ภาพประกอบ 8 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากผลการทดสอบความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทางดังกล่าว พบว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันที่ได้รับวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยง

ทางคณิตศาสตร์ จึงต้องตรวจสอบต่อไปว่าแตกต่างกันอย่างไรด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนหนึ่งตัว (Univariate Test) ซึ่งปรากฏผลดังนี้

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ($F=4.590$, $p=.036$) และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ($F=34.571$, $p=.000$) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผู้วิจัยได้นำเสนอความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม พบว่ากลุ่มทดลองที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 16.68 และ 15.47 ตามลำดับ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.14 และ 2.46 ตามลำดับ และความแตกต่างของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่ากลุ่มทดลองที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 19.05 และ 12.52 ตามลำดับ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.56 และ 6.55 ตามลำดับ รายละเอียดแสดงดังตาราง 12

ตาราง 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม

ตัวแปร	กลุ่ม	n	M	S.D.	df	SS	MS	F	p-value
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 30)	ทดลอง 1	38	16.68	3.14	1	25.541	25.541	4.590*	.036
	ทดลอง 2	38	15.47	2.46					
ความสามารถในการเชื่อมโยง (คะแนนเต็ม 40)	ทดลอง 1	38	19.05	4.56	1	776.510	776.510	34.571*	.000
	ทดลอง 2	38	12.52	6.55					

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน พบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียน

คณิตศาสตร์แตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ($F=14.955$, $p=.000$) และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ($F=14.492$, $p=.000$) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยได้นำเสนอความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน กลุ่มสูงมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มปานกลาง และกลุ่มปานกลางมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มต่ำ โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 18.20, 15.36 และ 14.73 ตามลำดับ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.86, 2.48 และ 1.99 ตามลำดับ และความแตกต่างของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสูงมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มปานกลาง และกลุ่มปานกลางมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มต่ำ โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 19.76, 15.12 และ 12.62 ตามลำดับ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.04, 6.86 และ 6.25 ตามลำดับ รายละเอียดแสดงดังตาราง 13

ตาราง 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน

ตัวแปร	กลุ่ม	n	M	S.D.	df	SS	MS	F	p-value
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 30)	สูง	25	18.20	2.86	2	166.416	83.208	14.955*	.000
	ปานกลาง	25	15.36	2.48					
	ต่ำ	26	14.73	1.99					
ความสามารถในการเชื่อมโยง (คะแนนเต็ม 40)	สูง	25	19.76	4.04	2	651.006	325.503	14.492*	.000
	ปานกลาง	25	15.12	6.86					
	ต่ำ	26	12.62	6.25					

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนและวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนและวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับส่งผลต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ($F=3.272$, $p=.044$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ($F=2.593$, $p=.082$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทาง

คณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่านักเรียนกลุ่มสูงที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.37 ส่วนนักเรียนกลุ่มสูงที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่มมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.42 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มสูงมีคะแนนสูงที่สุดเมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล เช่นเดียวกันกับนักเรียนกลุ่มปานกลางและกลุ่มต่ำที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคลจะมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มปานกลางและกลุ่มต่ำที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม รายละเอียดแสดงดังตาราง 14

ตาราง 14 การวิเคราะห์เปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ตัวแปร	กลุ่ม	ระดับ ความ สามารถ	n	M	S.D.	df	SS	MS	F	p value
ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 30)	ทดลอง 1	สูง	13	19.31	2.83	2	28.858	14.429	2.593	.082
		ปานกลาง	12	16.25	2.09					
		ต่ำ	13	14.46	2.29					
	ทดลอง 2	สูง	12	17.00	2.44					
		ปานกลาง	13	14.54	2.60					
		ต่ำ	13	15.00	1.68					
ความสามารถ ในการเชื่อมโยง (คะแนนเต็ม 40)	ทดลอง 1	สูง	13	21.00	3.37	2	146.973	73.487	3.272*	.044
		ปานกลาง	12	19.92	4.58					
		ต่ำ	13	16.31	4.53					
	ทดลอง 2	สูง	12	18.42	4.42					
		ปานกลาง	13	10.69	5.54					
		ต่ำ	13	8.92	5.59					

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีกระบวนการวิจัยและผลการวิจัยโดยสรุปดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน และ 3) เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนอนุเทพพัฒนา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครพนม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22 ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 76 คน ผู้เรียนแต่ละห้องแบ่งเป็น 3 กลุ่มระหว่างกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ แต่ละข้อวัดความสามารถ 3 ด้าน คือ ความสามารถของนักเรียนในการระบุถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงแนวทางแก้ปัญหาสู่วิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญหา

ผู้วิจัยดำเนินการในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้คือ ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบแล้วตรวจให้คะแนน และเก็บคะแนนรวบรวมผลไว้ จากนั้นดำเนินการทดลอง โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เป็นกลุ่ม

ทดลองทั้งสองกลุ่ม ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน โดยนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล ส่วนนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มใช้เวลารวม 18 ชั่วโมง และเมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน แล้วทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม และนำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้ และค่าความโด่ง ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน วิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามแบบสองทาง (Two-way MANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันที่ได้รับวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน รวมทั้งศึกษาปฏิสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามตัวแปรอิสระด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนหนึ่งตัวแปร (Univariate Test)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคลมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าแบบกลุ่ม
2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนกลุ่มสูงมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ ตามลำดับ
3. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม ทั้งนี้อาจมีเหตุผลสนับสนุน ดังนี้

วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล ครูผู้สอนจะให้ความสำคัญกับนักเรียนเป็นรายบุคคล และมีความเฉพาะเจาะจงชัดเจนกับตัวบุคคลในแบบฝึกหัดแต่ละข้อ โดยครูผู้สอนเป็นผู้บันทึกข้อมูลย้อนกลับให้กับนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยบอกผลของการกระทำของนักเรียนว่าถูกหรือผิด แล้วอธิบายว่าทำไมคำตอบจึงถูกหรือทำไมคำตอบจึงผิด พร้อมทั้งยกตัวอย่างที่ใกล้เคียงและชี้ให้นักเรียนสังเกตและเรียนรู้ข้อผิดพลาดจากตัวอย่างที่ถูกต้อง ทำให้นักเรียนเห็นข้อผิดพลาดของตนเองและเป็นการทบทวนความรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความช่างสังเกตวิธีการ ขั้นตอนการแก้ปัญหา หลักการทางคณิตศาสตร์ที่นำมาปรับใช้ และมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง อีกทั้งการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคลสามารถดึงความสนใจของนักเรียนคนนั้น ๆ ให้มีความกระตือรือร้นในการรับข้อมูลย้อนกลับซึ่งตรงกับคามผิดพลาดของตนเอง และนำข้อมูลย้อนกลับที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของตนเอง นำไปสู่การเรียนรู้และพัฒนาตนเองในที่สุด ส่วนนักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่มนั้น ครูเป็นผู้รวบรวมข้อผิดพลาดจากนักเรียนทั้งชั้นเรียน และยกตัวอย่างข้อผิดพลาดให้กับนักเรียนทั้งชั้นเรียน ร่วมกันวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อผิดพลาด และหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ซึ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับวิธีนี้ดึงความสนใจของผู้เรียนได้ในการหาเหตุผลรองรับข้อผิดพลาดเกิดการพิจารณาการเรียนรู้ ในกรณีที่ความผิดพลาดนั้นตรงกับคามผิดพลาดของตนเอง และนักเรียนเป็นผู้บันทึกข้อมูลย้อนกลับเอง อาจทำให้ข้อมูลย้อนกลับที่บันทึกนั้นขาดรายละเอียดที่ชัดเจนและจำเพาะเจาะจง ส่งผลให้นักเรียนมีโอกาสมทบทวนหรือรวบรวมความรู้ไปใช้ในการเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้น้อยกว่าการรับข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล จึงอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้นักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม

งานวิจัยของสุชาติ โรจนาศัย (2548: 108-115) พบว่า รูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการทางทักษะการเขียนภาษาอังกฤษแตกต่างกัน และฟาสีฮะห์ อาแว (2555: 150 – 165) ที่พบว่าพัฒนาการเขียนภาษาไทยของกลุ่มนักเรียนที่ใช้รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนเป็นรายบุคคลโดยรวมสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช้รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อน และเป็นไปตามงานวิจัยของศุภลักษณ์ ครุฑคง (2555: 129-135) ที่พบว่าความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ใช้วิธี IMPROVE ซึ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้ผ่านคำถามที่เน้นการรู้คิด นักเรียนได้ประเมินความเข้าใจของตนเอง และนักเรียนยังได้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของตนเอง สูงกว่าการเรียนแบบปกติ และการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน ยังเป็นการให้ในลักษณะคำแนะนำที่เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ทำให้การเรียนรู้พอกพูน แก้ไขความคิด ความเข้าใจเดิมที่ไม่ถูกต้อง ตลอดจนทำให้นักเรียนสามารถตั้งเป้าหมายและพัฒนาตนเองได้ (กระทรวงศึกษาธิการ 2554: 2) การให้ข้อมูลย้อนกลับจึงทำให้นักเรียนมีโอกาสดูข้อบกพร่องของตนเอง พร้อมทั้งทบทวนความรู้ หลักการหรือวิธีการในการแก้ปัญหา แล้วนำไปแก้ไขข้อบกพร่องของตนเอง ซึ่งส่งเสริมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ภายในสาระวิชาหรือเนื้อหาคณิตศาสตร์

ในภาพรวมพบว่าทั้ง 2 วิธีช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น ทั้งนี้อาจจะเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับตามแนวคิดของเพย์ และฟิชเชอร์ที่ปรับปรุงจากแฮทตี้และทิมเปอร์เล (Frey; & Fisher. 2011; citing Hattie; & Timperley. 2007) มีแนวทางและขั้นตอนการปฏิบัติที่ชัดเจน โดยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียน (Feed up) โดยครูจะยกตัวอย่างสถานการณ์ให้นักเรียนหาข้อสรุปร่วมกัน เชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาใหม่ แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ ภาระงาน วิธีการประเมิน และสร้างความเชื่อมั่นให้กับนักเรียนว่านักเรียนทุกคนสามารถทำงานตามภาระงานที่มอบหมายได้อย่างถูกต้อง ซึ่งในขั้นที่ 1 พบว่า ในช่วงแรก ๆ ครูจะต้องพยายามดึงความสนใจของนักเรียน โดยใช้เทคนิควิธีการที่หลากหลาย ยกตัวอย่างที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในขั้นที่ 1 และเมื่อนักเรียนคุ้นชินในขั้นที่ 1 นักเรียนก็จะให้ความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียน กล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น มีความพร้อมและมีเป้าหมายที่ชัดเจนในการเรียน มีการตอบคำถามเกี่ยวกับความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่ และร่วมกันวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ ภาระงานต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นตรวจสอบความเข้าใจเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (Checking for understanding) โดยครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนด้วยการถาม-ตอบ ประกอบการอธิบายตัวอย่างบนกระดาน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงวิธีหาคำตอบของตัวอย่างบนกระดาน ร่วมกันเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง และสังเกตพฤติกรรมนักเรียน ซึ่งในขั้นที่ 2 พบว่า เมื่อนักเรียนมีความพร้อมที่จะเรียนจากขั้นที่ 1 การดำเนินการตรวจสอบความเข้าใจจะเต็มไปด้วยบรรยากาศของการเรียนรู้

นักเรียนแต่ละคนจะมีความพยายามหาคำตอบและร่วมกันตอบคำถาม ชักถามในกรณีที่ไม่เข้าใจ พร้อมทั้งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทบทวนตนเองและประเมินตนเอง แล้วบันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกข้อมูลย้อนกลับส่วนที่ 1

ขั้นที่ 3 การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ครูให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพเกี่ยวกับแบบฝึกหัดที่นักเรียนทำ บอกถึงความสำเร็จและสิ่งที่ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขแก่นักเรียน โดยในขั้นนี้มีวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ 2 วิธี คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล (ครูเป็นผู้บันทึกข้อมูลย้อนกลับในส่วนที่ 2) และการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม (นักเรียนเป็นผู้บันทึกข้อมูลย้อนกลับในส่วนที่ 2) ในการบันทึกข้อมูลย้อนกลับที่นักเรียนบันทึกเอง ในช่วงแรก ๆ ครูต้องให้คำแนะนำและชี้แนะเพิ่มเติมในการบันทึกข้อมูลย้อนกลับ เพราะนักเรียนยังไม่เข้าใจว่าจะบันทึกอะไร และบันทึกอย่างไร หลังจากนั้นนักเรียนก็จะค่อย ๆ พัฒนาและบันทึกข้อมูลย้อนกลับที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ซึ่งการให้ข้อมูลย้อนกลับทั้ง 2 วิธี ทำให้นักเรียนมีพฤติกรรมในการเรียนรู้ที่ดีขึ้น โดยนักเรียนจะกระตือรือร้นในการทำแบบฝึกหัด และทำแบบฝึกหัดอย่างมีความหมายมากขึ้น เกิดความภาคภูมิใจในการทำแบบฝึกหัด นักเรียนจะมีพฤติกรรมตอบสนองต่อข้อมูลย้อนกลับที่ตนเองได้รับ เมื่อนักเรียนได้แบบฝึกหัดคืนจากครูผู้สอน นักเรียนจะรีบแก้ไขแบบฝึกหัดโดยเปิดดูแบบฝึกหัดและแบบบันทึกข้อมูลย้อนกลับ และใช้ข้อมูลย้อนกลับนั้นมาปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดของตนเอง

ขั้นที่ 4 การให้คำแนะนำ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดพัฒนาการเรียนรู้ที่สูงขึ้น (Feed forward) ครูให้คำแนะนำ ให้กำลังใจ ชื่นชมนักเรียน ที่มีความพยายามในการทำแบบฝึกหัด บอกสิ่งที่นักเรียนทำได้ และสิ่งที่นักเรียนจะต้องทำต่อไปเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ โดยในขั้นนี้พบว่า ในช่วงแรก ๆ นักเรียนยังไม่เข้าใจว่าจะพาตนเองไปสู่เป้าหมายการเรียนรู้หรือแก้ไขปรับปรุงข้อผิดพลาดของตนเองอย่างไร ครูต้องอธิบาย พร้อมทั้งยกตัวอย่างและชี้ให้นักเรียนเห็นว่า หากนักเรียนมีข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่จะต้องปรับปรุง นักเรียนก็ต้องเพิ่มเติมในสิ่งนั้น ๆ ด้วยวิธีการที่หลากหลายและเหมาะสมกับตนเอง เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้ว ขั้นที่ 4 ก็เป็นเหมือนแรงผลักดันให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนเพื่อบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลลงในส่วนที่ 3 ของแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 ขั้นตอนนั้นล้วนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่ดีขึ้น สอดคล้องกับบราว (Brown. 2007: 1) ที่กล่าวไว้ว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อพัฒนานักเรียนคือสิ่งที่มีประโยชน์สูงสุดที่ผู้สอนจะให้กับนักเรียนได้ และการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยบอกสิ่งที่นักเรียนทำได้ดี และแนวทางที่นักเรียนจะต้องทำต่อไปเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความรู้สึกทางบวกต่อข้อมูลย้อนกลับ และการปรับปรุงในครั้งต่อไป (Parker; & Baughan. 2009: 254) และสอดคล้องกับสตรอว์บริดจ์ (Stowbridge. 2008: 106) ที่พบว่าการประเมินเพื่อพัฒนาแบบให้ข้อมูลย้อนกลับส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่าการประเมินเพื่อพัฒนาทั่วไป อีกทั้งยังเป็นไปตามงานวิจัยของฟลักกีเกอร์และคณะ (Fluckiger; et al. 2010: 136) ที่พบว่าการได้รับข้อมูลย้อนกลับในระหว่าง

การเรียนการสอนโดยเพื่อนและโดยครูผู้สอน สามารถช่วยในการขยายการเรียนรู้และแรงจูงใจของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถให้ข้อเสนอแนะเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งข้อมูลย้อนกลับเป็นสิ่งจำเป็นต่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน (Hatzia Apostolou; & Paraskakis. 2010: 111-122; citing Irons. 2008; Hyland. 2000: 233-247) ในการประเมินระหว่างภาคเรียนนั้นควรมีการป้อนกลับข้อมูลย้อนกลับสอดแทรกเข้าไปด้วย

2. นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ โดยนักเรียนที่มีระดับความสามารถสูงมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถปานกลาง และต่ำ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจาก นักเรียนกลุ่มสูงมีพื้นฐานความรู้เดิมที่ดี มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทำให้สามารถนำข้อมูลย้อนกลับที่ได้รับไปช่วยแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และเพิ่มพูนความรู้ เชื่อมโยงไปสู่วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับสุชาติ โรจนาศัย (2548: 108-115) ที่ได้ศึกษาผลของรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันต่อพัฒนาการทางทักษะการเขียนภาษาอังกฤษของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่าระดับความสามารถที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการเขียนภาษาอังกฤษแตกต่างกัน และพรพิมล รอดเคราะห์ (2550: 57-63) ได้ศึกษาผลของรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับในเกมมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกัน เมื่อเรียนด้วยเกมมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาที่มีรูปแบบของการให้ข้อมูลย้อนกลับต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งยังสอดคล้องกับอนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม (2555: 108-119) นักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน เมื่อได้รับข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกัน ส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน และดาวเรือง ลุมทอง (2553: 130-143) พบว่าเมื่อพิจารณาภาพรวมของคะแนนพัฒนาการของผลงานศิลปะทั้ง 3 ระยะ นักเรียนกลุ่มที่มีทักษะด้านศิลปะสูงมีคะแนนพัฒนาการโดยเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือกลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ โดยนักเรียนกลุ่มสูงมีคะแนนพัฒนาการแตกต่างจากนักเรียนกลุ่มต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ แต่เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์ความแปรปรวนหนึ่งตัว (Univariate Test) พบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกัน โดยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล นักเรียนจะให้ความสนใจในช่วงแรก ๆ เมื่อนักเรียนเข้าใจและมีความรู้หรือความคิดรวบยอดในเรื่องนั้นแล้ว นักเรียนก็จะให้ความสนใจน้อยลง และสำหรับนักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่มจะมีความกระตือรือร้น ในการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องร่วมกับเพื่อนในกรณีข้อผิดพลาดนั้นตรงกับตนเอง และจะพยายามทำความเข้าใจกับข้อผิดพลาดในขณะนั้น และค่อย ๆ ให้ความสนใจน้อยลง สอดคล้องกับสุชาติ ोजनाศัย (2548: 108-115) ซึ่งพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถของนักเรียน ที่ส่งผลต่อคะแนนทักษะการเขียนภาษาอังกฤษ และพรศรี ลิทธิกุลสมบูรณ์ (2539: 60-70) ที่พบว่าผู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำเลือกข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระดับ .05

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับและระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันและมีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน สอดคล้องกับดาวเรือง ลุมทอง (2553: 130-143) พบว่านักเรียนกลุ่มทักษะสูงระยะพัฒนาการมีปฏิสัมพันธ์กับรูปแบบข้อมูลย้อนกลับ โดยผู้ที่ได้รับรูปแบบชี้แนะเพื่อการปรับปรุงมีพัฒนาการสูงกว่าผู้ที่ได้รับรูปแบบทั่วไปและรูปแบบผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และอนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม (2555: 108-119) พบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กับรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และสอดคล้องงานวิจัยของเอมิลี และคณะ (Emily; et al. 2014: 1) ที่พบว่านักเรียนที่มีความสามารถต่ำ ได้รับประโยชน์จากข้อมูลย้อนกลับแบบกลยุทธ์มากกว่าข้อมูลย้อนกลับผลลัพธ์ และนักเรียนที่มีความสามารถสูงได้รับประโยชน์จากข้อมูลย้อนกลับทั้ง 2 แบบเท่า ๆ กัน ต่อการแก้ปัญหา

จากการศึกษาคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงที่สุด เมื่อเรียนด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล โดยกลุ่มสูงมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มปานกลาง และกลุ่มปานกลางสูงกว่ากลุ่มต่ำ ตามลำดับ เนื่องจากระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์มีผลต่อความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ และลักษณะของการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคลเป็นการที่ครูผู้สอนให้ความสำคัญกับนักเรียนเป็นรายบุคคล และมีความเฉพาะเจาะจงชัดเจนกับตัวบุคคลในแบบฝึกหัดแต่ละข้อ โดยครูเป็นผู้บันทึกข้อมูลย้อนกลับให้กับนักเรียนเอง แล้วบอกผลของการกระทำของนักเรียนว่าถูกหรือผิด และอธิบายว่าทำไมคำตอบจึงถูกหรือทำไมคำตอบจึงผิด พร้อมทั้งยกตัวอย่างที่ใกล้เคียงและชี้ให้นักเรียนสังเกตและเรียนรู้ข้อผิดพลาดจากตัวอย่างที่ถูกต้องกระตุ้นให้นักเรียนเห็นข้อผิดพลาดของตนเองและเป็นการทบทวนความรู้ ซึ่งรายละเอียดของข้อมูล

ย้อนกลับนั้นจะมีทั้งในรูปหลักการทางคณิตศาสตร์ ที่นักเรียนสามารถอ่านและนำหลักการต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา หรือตัวอย่าง คำอธิบายต่าง ๆ ที่ทำให้นักเรียนสามารถใช้การสังเกต เปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหา นำมาปรับใช้และมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ในขณะที่วิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่มนั้น นักเรียนจะเป็นผู้บันทึกข้อมูลย้อนกลับเอง ซึ่งอาจทำให้ขาดรายละเอียด และรายละเอียดของข้อมูลย้อนกลับจะเป็นการยกตัวอย่างที่ผิดพลาดและร่วมกันหาเหตุผลนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ซึ่งข้อมูลย้อนกลับที่มีการเน้นย้ำข้อผิดพลาด อาจทำให้เกิดความผิดพลาดซ้ำอีกในครั้งต่อไป (Goldsmith. 2002: 45-51) และหากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้นน้อย การบันทึกข้อมูลย้อนกลับโดยขาดรายละเอียดของหลักการแก้ปัญหาที่ชัดเจน จะทำให้นักเรียนไม่สามารถนำข้อมูลย้อนกลับไปเชื่อมโยงสู่การแก้ปัญหาได้ การเลือกวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนจึงมีส่วนสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ และการศึกษาวิจัย ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้ได้ผลดี ครูควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นอย่างดี และเตรียมพร้อมโดยการศึกษาเนื้อหา จัดเตรียมเอกสารแบบฝึกหัดให้กับนักเรียนเพื่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และในขณะเดียวกันครูผู้สอนก็ต้องเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน ส่งเสริม และสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเห็นความสำคัญของข้อมูลย้อนกลับ และการประเมินตนเอง เพื่อทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น และนำข้อมูลย้อนกลับที่ได้รับมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของตนเองได้เต็มตามศักยภาพของนักเรียน

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ควรเกิดจากการให้ความร่วมมือของทั้งสองฝ่ายระหว่างครูและนักเรียน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับมีขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูจะต้องสร้างความตระหนักให้นักเรียนเห็นความสำคัญในแต่ละขั้นตอน ให้นักเรียนมีความมุ่งมั่นและตั้งใจที่จะพัฒนาตนเอง มีความเชื่อมั่นในตนเอง และให้ความร่วมมือ กล้าแสดงออก ชักถามเมื่อพบข้อบกพร่องของตนเอง เพื่อประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อีกทั้งนักเรียนไม่เคยได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนนี้ ต้องใช้เวลาในการปรับตัว เวลาที่ใช้ในการปรับตัวประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนปรับตัวจากความเคยชินกับการจัดการเรียนการสอนแบบเดิมและสามารถทำ

ความเข้าใจกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนา ด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับได้

1.3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรมีการยืดหยุ่น และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึก แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน แก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างอิสระ โดยครู เป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาและชี้แนะ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการทำวิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ขั้นตอนการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพทั้ง 4 ขั้นตอน ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนที่ชัดเจน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และประเมินตนเอง พร้อมทั้งนำข้อมูลย้อนกลับที่ได้รับไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตามในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในช่วงแรก ๆ นั้นพบข้อสังเกตในการวิจัยดังนี้ ในขั้นที่ 3 ในการบันทึกข้อมูลย้อนกลับของนักเรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม นักเรียนยังไม่สามารถบันทึกข้อมูลย้อนกลับที่มีรายละเอียดครบถ้วนตามที่ครูให้ ครูต้องคอยชี้แนะและอธิบายเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนบันทึกข้อมูลย้อนกลับที่มีประสิทธิภาพและเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ และในขั้นที่ 4 ซึ่งเป็นขั้นที่กระตุ้นและสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนพัฒนาตนเองไปสู่เป้าหมายการเรียนรู้ที่สูงขึ้น นักเรียนยังไม่สามารถบอกแนวทางหรือมองเห็นวิธีการที่จะนำไปสู่เป้าหมายการเรียนรู้ได้เท่าที่ควร โดยสังเกตจากการบันทึกข้อมูลในแบบบันทึกข้อมูลย้อนกลับส่วนที่ 3 ครูจะต้องกระตุ้นและให้กำลังใจนักเรียน พร้อมทั้งยกตัวอย่างและแสดงแนวทางประกอบให้นักเรียนเห็นภาพที่ชัดเจนมากขึ้น ดังนั้น การวิจัยครั้งต่อไป จึงควรมีการศึกษาและประเมินประสิทธิภาพในแต่ละขั้นตอน เพื่อยืนยันว่าขั้นตอนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนมากน้อยเพียงใด รวมถึงประเมินอุปสรรคและปัญหาเพื่อหาแนวทางแก้ไขได้อย่างเหมาะสม

2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ สามารถพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ นอกจากนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ ยังส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากการร่วมกันอภิปรายหาเหตุผลรองรับข้อผิดพลาดและหาแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้อง และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในการนำข้อมูลย้อนกลับไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องและพัฒนาตนเอง ดังนั้นจึงควรนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนด้วย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). เอกสารชุดเทคนิคการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- (2544). หนังสือเสริมประสบการณ์วิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนต้น เรื่อง การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Problem Solving). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
- (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ครูสภา
ลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551) ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์เกษตรกรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- (2554). แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์เกษตรกรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- (2557). หลักสูตรฝึกอบรมเทคนิคการวัดและประเมินผลระดับชั้นเรียน (Classroom Assessment). พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์เกษตรกรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์เกษตรกรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- กฤษณะ อ่อนเอื้อน. (2557). แนวทางการประเมินเพื่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม (การวิจัยและประเมินทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์. (2550, พฤษภาคม-สิงหาคม). การประเมินระหว่างเรียน:แนวคิดและวิธีการ. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 22:29-39.
- (2551, มกราคม-เมษายน). การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อพัฒนาผู้เรียน. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 24: 97-108.
- ขวาล แพร่ตกุล. (2552). เทคนิคการวัดผล. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ครูสภา.
- ชาคริต ชมชื่น. (2544). รูปแบบการเรียนการสอนและการวัดประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. เชียงใหม่: ฝ่ายวิจัยและประเมินผลทางการศึกษา
หน่วยศึกษานิเทศก์.

- โชติมา หนูพริก. (2558-2559, พฤศจิกายน-มีนาคม). การประเมินเพื่อการเรียนรู้: การตั้งคำถาม และการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศิลปากร. 13(2): 18-30
- จิตติพร ลิขิตฐา. (2547). การศึกษาปัจจัยที่มีต่อการตัดสินใจศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โครงการผลิตครูการศึกษาขั้น พื้นฐานระดับปริญญาตรี (หลักสูตร 5 ปี). วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฐกานต์ นาครัก. (2552). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงจันทร์ อ้นอาจ. (2543). ความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่ออำนาจภายในตนลักษณะมุ่งอนาคตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในอำเภอน้ำพอง จังหวัด ขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ ศษ. ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงเดือน อ่อนน้อม; และคนอื่นๆ. (2547). ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้ กลุ่มคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. ประมวลบทความ หลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธ การพิมพ์.
- ดาวเรือง ลุมทอง. (2553). ผลของรูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อพัฒนาการของผลงานด้านทัศนศิลป์: การประยุกต์ใช้ข้อมูลย้อนกลับทั่วไปและข้อมูลชี้แนะเพื่อการปรับปรุง. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย . ถ่ายเอกสาร.
- เตือนใจ เกตุษา. (2549). การสร้างแบบทดสอบ 1:แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- ไทรรงค์ เจนการ. (2550). การประเมินผลเพื่อการเรียนรู้ แปลและดัดแปลงจาก **Assessment for Learning, Rick Stiggins. : 2005. และ Georgia Department of Education :2000.** กรุงเทพฯ: กลุ่มส่งเสริมการเรียนการสอนและประเมินผล กระทรวงศึกษาธิการ.
- ทิวดี มณีโชติ. (2549). การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- ธีรพงศ์ จุลสายพันธ์. (2555). การประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for Learning: AFL): บทความทางวิชาการ นิสิตระดับดุขฎิบัณฑิต วันที่ 25 พฤษภาคม 2555. สืบค้นเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2556, จาก <https://junrevaluation.wordpress.com>

- นางลักษณ์ แก้วมาลา. (2547). ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่องการแก้ปัญหโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นวลจิต เขาวีรดิพงษ์; เบญจลักษณ์ น้ำฟ้า; และ ชัดเจน ไทยแท้. (2545). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: สำนักงานปฏิรูปการศึกษา.
- นันทนัช อ่อนพวน. (2553). การพัฒนาคู่มือการสร้างรูปคิดเพื่อให้คะแนนสำหรับการประเมินการปฏิบัติงานของผู้เรียน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นันทิกา นาคฉายา. (2546). การประยุกต์เทคนิคการประเมินในชั้นเรียนตามแนวคิดของแองเจโลและครอส เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิจารณ์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นาฏยา ปันอยู่. (2543). ผลของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ที่มีต่อเชาวน์อารมณ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ปัทมา ภูระหงษ์. (2554). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการประเมินแบบเสริมพลังที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พงศ์ธรา วิจิตเวชไพศาล. (2552). ระบบประเมินเพื่อวินิจฉัยและให้ข้อมูลย้อนกลับสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักศึกษาแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล. ดุษฎีนิพนธ์ ศษ.ด. (การประเมินการศึกษา). นนทบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. ถ่ายเอกสาร.
- พรทิพย์ ไชยโส. (2545, 4-7 กุมภาพันธ์). การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมการรู้จักควบคุมตนเองในการเรียนของนิสิตปริญญาตรี โดยใช้กระบวนการประเมินระหว่างเรียน. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 40. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรพิมล รอดเคราะห์. (2550). ผลของรูปแบบของการให้ผลป้อนกลับในเกมมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (โสตทัศนศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- พรศรี ลิ่วกุลสมบูรณ์. (2539). การเลือกรับข้อมูลย้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีเพศและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (โสตทัศนศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2547). *คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- พินดา วราสุนันท์. (2557, สิงหาคม-2558, มกราคม). การพัฒนาความสามารถทางการวัดและประเมินผลและการวิจัยในชั้นเรียนของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูด้วยกระบวนการให้ข้อมูลย้อนกลับทางบวก. วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 9: 76-89.
- ไพศาล หวังพานิช. (2526). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ฟาสีฮะห์ อาแว. (2555). การพัฒนารูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยเพื่อนเพื่อเสริมสร้างทักษะการเขียนภาษาไทยของผู้เรียนที่ใช้เป็นภาษาที่สอง. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2537). *ประมวลสาระชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อการสอน (หน่วยที่ 9-12)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2540). *สถิติวิทยาทางการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2541). *เทคนิคการสร้างและออกข้อสอบความถนัดทางการเรียน*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณศิริ หลงรัก. (2553). ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท (Contextual Learning) เรื่อง สถิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- वासुกรี ใจจันทร์. (2555). การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายใต้บริบทของการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด. วิทยานิพนธ์ ศษ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- วิภาวรรณ วงศ์สุวรรณ คงเฝ้า. (2555). *การพัฒนาแนวทางการตรวจงาน การให้ข้อมูลย้อนกลับ และผลของการให้ข้อมูลย้อนกลับงานเขียนของนิสิตระดับปริญญาบัณฑิตชั้นปีที่ 1*. รายงานการวิจัย เงินทุนเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2543). *การประเมินการเรียนรู้: ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- . (2550). **ทฤษฎีการประเมิน**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- . (2556). **ทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริเดช สุชีวะ. (2546). **การประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่: หลักการประเมินการเรียนรู้**. พิมพ์ครั้งที่
1. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศุภลักษณ์ ครุฑทอง. (2555). **ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธี IMPROVE และการ
เขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยง
ทางความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษา
คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2557). **รายงานประจำปี 2557**. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม
2558, จาก http://www.niets.or.th/uploads/content_pdf/pdf_1438068312.pdf
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). **ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์**.
กรุงเทพฯ: หจก. ส เจริญ การพิมพ์.
- . (2546). **คู่มือการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: หน่วยการพิมพ์
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2549). **การวัดผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กทม: ประสานการพิมพ์.
- สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต. (2549). **ทฤษฎีและเทคนิคการปรับปรุงพฤติกรรม**. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ:
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สินี ตันประเสริฐ. (2554). **ผลของการใช้บทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. สารนิพนธ์ กศ.ม (การ
มัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุกัญญา นิมานันท์. (2533, พฤษภาคม). **ข้อมูลย้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. วารสาร
วิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 12:22-28.
- สุชาดา โรจนาศัย. (2548). **ผลของรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันต่อพัฒนาการทาง
ทักษะการเขียนภาษาอังกฤษของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
(การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สุทธาวรรณ ภาณุรัตน์. (2553). **การเปรียบเทียบพัฒนาการทางทักษะการเขียนเรียงความ
ภาษาไทยของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ประเมินตนเองโดยใช้แบบ
ตรวจสอบรายการกับแบบสอบถามปลายเปิด**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผล
การศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- สุนันทา บ้านกล้วย. (2556). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุภาวดี คำนาดี. (2551). การวิจัยและพัฒนากระบวนการกำกับตนเองสำหรับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเอง เจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (วิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุมาลี จันทร์ชโล. (2542). การวัดและประเมินผล. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.
- โสธยา หนูทอง. (2546). ผลของวิธีสอนและการให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา) ปัตตานี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2553). **นิยามคำศัพท์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- (2560). การประเมินเพื่อการเรียนรู้: การตั้งคำถามและการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- อนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม. (2555). ผลของรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อรรชนี ชูช่วยสุวรรณ. (2552). การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัจฉรา วิญญกุล. (2555). การพัฒนาวิธีประเมินความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อัมพร ม้าคนอง.(2545-2546) ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์.วารสารครุศาสตร์.2545-2546; 31(2): คำนำ.
- (2547). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.

- . (2553). **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ.**
กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุบลศรี อุบลสวัสดิ์. (2526). **การศึกษาเปรียบเทียบการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจจากหนังสือการ์ตูน ซึ่งนักเรียนมีส่วนร่วมในการประกอบภาพเองโดยมีการให้ผลย้อนกลับพร้อมทั้งการอธิบาย และไม่มีการอธิบายกับไม่ให้ผลย้อนกลับ.** ปรินซิพัล กศ.ม (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Barry, J. (2008, July). **Using Descriptive Feedback In a Sixth Grade Mathematics Classroom.** MAT Degree (Mathematics). University of Nebraska-Lincoln.
- Basil, C. G. (1999). **Collecting Data Outdoors: Making Connections to the Real World.** Teaching Children Mathematics. 6(1): 8-12.
- Blaskopf, B.; & Chazan, D. (2001, November). **Welcome to Our Focus Issue on Connections.** Mathematics Teacher. 94(8): 625.
- Brookhart, S. M. (2006). **Formative Assessment Strategies for Every Classroom.** Alexandria. VA: ASCD.
- . (2008). **How to give effective feedback to your students.** Alexandria. VA: ASCD.
- Brown, S. (2007). **In Feedback & Feed-Forward.** Retrieved from https://www.reading.ac.uk/web/files/EngageinFeedback/bulletin22_feed_forwards.pdf {2016, April 28}
- Carless; et al. (2006). **Differing perceptions in the feedback process.** Studies in Higher Education. 31(2): 219-223.
- Carroll, J. B. (1963). **A Model of School Learning.** Teacher College Record. 64(8): 723-733.
- Chappuis, J. (2009). **Seven Strategies of Assessment for Learning.** Upper Saddle River NJ: Pearson Education.
- Clifford, M. M. (1981). **Practicing Education Psychology.** Boston: Houghton Mifflin Company.
- Dossey, J. A.; et al. (2002). **Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom: a Contemporary Approach to Teaching Grades 7–12.** Pacific Grove: BROOKS/COLE.
- Gielen, S.; et al. (2010). **Improving the Effectiveness of Peer Feedback for Learning.** Learning and Instruction. 20: 304-315.

- Edwards, S. (1998). **Managing the Effective Teaching of Mathematics 3-8**. London: Paul Chapman.
- Emily, R.; et al. (2014). **Feedback Type and Working Memory Capacity**. 1-9
- Epstein, M.L., Epstein, B.B., & Brosvic, G.M. (2001). **Immediate feedback during academic Testing**. Psychological Reports. 88: 889-894.
- Fluckiger, J.; et al. (2010). **Formative Feedback: Involving Students as Partners in Assessment to Enhance Learning**. College Teaching: Routledge. 58: 136-140.
- Frey, N.; & Fisher, D. (2011). **The Formative Assessment Action Plan**. Alexandria, VA: ASCD.
- Gilman, D. (1969). **Comparison of several feedback methods for correcting errors by computer-assisted instruction**. Journal of Educational Psychology 60: 503-508
- Gipps, C., Callum, M.B and Hargreves, E. (2000). **What Makes a Good Primary? School Teacher? Expert Classroom Strategies**. London: Routledge Falmer.
- Good, C. V. (1973). **Dictionary of Education**. 3rd ed. New York: McGraw-Hill Book.
- Goldsmith, M. (2002). **Try feedforward instead of feedback**. Leader to Leader. 25: 45-51.
- Harks, B.; et al. (2014). **The Effects of Feedback on Achievement, Interest and Self-Evaluation: The Role of Feedback's Perceived Usefulness**. Educational Psychology: Routledge. 34(3): 269-290
- Hattie, J.; &Timperley, H. (2007). **The power of feedback**. Review of Educational Research.77: 81–112.
- Hatziapostolou,T.; & Paraskakis, I. (2010). **Enhancing the Impact of Formative Feedback on Student Learning through an Online Feedback System**. Electronic Journal of E-Learning. 8(2): 111-122.
- Heritage, M. (2007). **Formative assessment: What do Teachers Need to Know? And do?. Phi Delta Kappan**. 89(2): 140–145.
- (2008). **Learning progressions: Supporting instruction and formative assessment**. Washington, DC: Chief Council of State Officers.
- . **Phi Delta Kappan**. 89(2): 140–145.
- Hung; & Tzufang. (2008). **the Role of Task-Specific Adapted Knowledge of Response Feedback in Algebra Problem Solving Online Homework in a College remedial Course**. University of Southern California: USA
- Irons, A. (2008). **Enhancing Learning through Formative Assessment and Feedback**. NY: Routledge.

- Jaehnig, W. (2007). **Feedback Types in Programmed Instruction: A Systematic Review**. The Psychological Record. 57: 219-232
- Kennedy, L. M.; & Tipps, S. (1994). **Guiding Children's learning of Mathematics**. California: Wadsworth Publishing Company.
- Krause, U. M., Stark, R., & Mandl, H. (2009). **The Effects of Cooperative Learning and Feedback on E-Learning in Statistics**. Learning and Instruction. 19: 158-170.
- Kulhavy, R. W. (1997). **Feedback in written instruction**. Review of Educational Research. 47(2): 211-232
- Measured Progress. (2009). **Example of Descriptive Feedback from Middle School Math Classes**. May be used by MI educators.
- Narciss, S. (2006). **Feedback Strategies for Interactive Learning Task**. Learning and Instruction. Technische Universitate Dresden, Germany. 125-143
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). **Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics**. Reston, Virginia: NCTM.
- (1991). **Professional Standards for Teaching Mathematics**. Reston, Virginia: NCTM, Inc.
- (2000). **Principles and Standards for School Mathematics**. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- (2002). **Principles and Standards for School Mathematics**. United States of America: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Nicol, D. J.; & Macfarlane-Dick, D. (2006). **Formative assessment and selfregulated learning: a model and seven principles of good feedback practice**. Routledge: Studies in Higher Education. 31(2): 199–218
- Parker, P.; & Baughan, P. (2009). **Providing written assessment feedback that students will value and read**. International Journal of Learning. 16(11): 253-262.
- Prescott, D. A. (1961). Report of Conference on Child Study. **Education Bulletin**. Faculty of Education. Bangkok: Chulalongkorn University.
- Quinton, S.; & Smallbone, T. (2010). **Feeding forward: using feedback to promote student Reflection and learning – a teaching model**. Innovations in Education and Teaching International. 47(1): 125-135.
- Roll, I.; et al. (2011). **Improving students' help-seeking skills using metacognitive feedback in an intelligent tutoring system**. Learning and Instruction. 21: 267-280
- Siewert, L. (2011). **The effects of written teacher feedback on the academic achievement of fifth-grade students with learning challenges**. Routledge. 55(1): 17-27.

- Shute, V. (2007). **Focus on Formative Feedback**. Research Report ETS.
- (2008). **Focus on Formative Feedback**. Review of Education. 78(1): 154-189.
- Stowbridge, J. (2008). **Middle School Teachers use of a Formative Feedback Guide in Mathematics Problem Solving Instruction**. Oregon State University, Oregon: USA.
- Susan, M.; et al. (2009). **Promoting Student Ownership of Learning through High-Impact Formative Assessment Practices**. Journal of Multi Disciplinary Evaluation. 6(12).
- Tunstall, P.; & Gipps, C. (1996). **Teacher feedback to young children in formative assessment: A typology**. British Educational Research Journal. 22(4): 389-404
- Webster's new world dictionary of the American language, 4th ed., (2001). Foster City, CA: IDG Books Worldwide.
- William, D. (2013). **Feedback and Instructional Correctives**. Handbook of research on Classroom Assessment. SAGE. 197-213.
- Wilson, J. W. (1971). **Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics**. Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. Edited by Benjamin S. Bloom. U.S.A.: Mc Graw-Hill, 643-696.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. อาจารย์ ดร. สุณิสา สุมิรัตน์ สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์ ดร. ณัฐพล แจ่งอักษร คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
4. อาจารย์ไพโรจน์ นาโควงศ์ ครุชำนานุกรณการพิเศษ วิชาคณิตศาสตร์
โรงเรียนไชยบุรีวิทยาคม
จังหวัดนครพนม
5. อาจารย์สถาพร ทับวิธร ครุชำนานุกรณการพิเศษ วิชาคณิตศาสตร์
โรงเรียนโพนสวรรค์ราษฎร์พัฒนา
จังหวัดนครพนม

ภาคผนวก ข

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- คุณภาพแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- คุณภาพแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ
- คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
 - ค่าความยากง่าย (p)
 - ค่าอำนาจจำแนก (r)
 - ค่าความเชื่อมั่น (KR-20)
- คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
 - ค่าความยากง่าย (p)
 - ค่าอำนาจจำแนก (r)
 - ค่าความเชื่อมั่น (α)

ตาราง 15 คุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการวัดและประเมินผล
เพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เกณฑ์สำหรับแปลความหมายระดับคุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับดี
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	ระดับ คุณภาพ
	1	2	3	4	5		
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด							
1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	5	5	5	5	5	5	ดีมาก
2. จุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	4	5	4	5	4	4.4	ดี
2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5	ดีมาก
3. สาระสำคัญ							
3.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	5	5	5	5	5	5	ดีมาก
3.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5	ดีมาก
4. เนื้อหา							
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.8	ดีมาก
4.2 เนื้อหาถูกต้อง	4	5	4	5	5	4.6	ดีมาก

ตาราง 16 คุณภาพของแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้หลักการวัดและประเมินผล
เพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

เกณฑ์สำหรับแปลความหมายระดับคุณภาพของแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับดี
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	ระดับ คุณภาพ
	1	2	3	4	5		
1. องค์ประกอบของแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ	3	5	5	4	5	4.4	ดี
2. ความครอบคลุมของข้อคำถามเพื่อให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับจากครูและแก้ไขข้อบกพร่องของตนเอง	3	4	4	4	5	4	ดี
3. ความเหมาะสมของถ้อยคำ สำนวน ที่ใช้ในข้อคำถาม	4	5	5	4	5	4.6	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของรูปแบบคำถามกับระดับชั้นของผู้เรียนที่ได้รับข้อมูลย้อนกลับ (ม.4)	4	5	5	4	5	4.6	ดีมาก
5. ความสอดคล้องของข้อคำถามกับรูปแบบข้อมูลย้อนกลับที่ผู้เรียนจะได้รับจากครู	3	5	5	4	4	4.2	ดี
6. ความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติของผู้เรียนและครูในการรับและให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ	3	5	4	3	5	4	ดี
รวม						4.35	ดี

ตาราง 17 การคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างเนื้อหา ระดับพฤติกรรมและ
จุดประสงค์ที่ต้องการวัด

ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC
	1	2	3	4	5	
1	-1	+1	+1	+1	+1	0.60
2	-1	+1	+1	+1	+1	0.60
3	-1	+1	+1	+1	+1	0.60
4	+1	+1	+1	0	+1	0.80
5	-1	+1	+1	+1	+1	0.60
6	-1	+1	+1	+1	+1	0.60
7	-1	+1	+1	+1	+1	0.60
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
9	-1	+1	+1	+1	+1	0.60
10	-1	+1	+1	+1	+1	0.60
11	+1	+1	+1	0	+1	0.80
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
19	-1	+1	+1	+1	+1	0.60
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
21	-1	+1	+1	+1	+1	0.60
22	+1	0	+1	+1	+1	0.80
23	+1	0	+1	0	+1	0.60
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC
	1	2	3	4	5	
25	+1	+1	+1	0	+1	0.80
26	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
28	+1	+1	+1	0	+1	0.80
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
30	+1	+1	+1	0	+1	0.80
31	+1	+1	+1	0	+1	0.80
32	-1	+1	+1	+1	+1	0.60
33	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
34	+1	+1	+1	0	0	0.60
35	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
36	-1	+1	+1	+1	+1	0.60
37	-1	+1	+1	+1	+1	0.60
38	-1	+1	+1	+1	+1	0.60
39	+1	0	+1	+1	0	0.60
40	-1	+1	+1	+1	+1	0.60

ผู้วิจัยคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า $IOC \geq 0.5$ จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 - 1.00 จำนวน 40 ข้อ

ตาราง 18 ระดับค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (KR-20)

ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	p	แปลผล	r	แปลผล	ผลการพิจารณา
1	0.61	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	คัดเลือก
2	0.63	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้	คัดเลือก
3	0.52	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้	คัดเลือก
4	0.41	ใช้ได้	0.52	ใช้ได้	คัดเลือก
5	0.37	ใช้ได้	0.22	ใช้ได้	คัดเลือก
6	0.26	ใช้ได้	0.22	ใช้ได้	คัดเลือก
7	0.26	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้	คัดเลือก
8	0.44	ใช้ได้	0.52	ใช้ได้	คัดเลือก
9	0.46	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้	คัดเลือก
10	0.17	ตัดทิ้ง	0.19	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
11	0.43	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	คัดเลือก
12	0.54	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้	คัดเลือก
13	0.31	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้	คัดเลือก
14	0.37	ใช้ได้	0.22	ใช้ได้	คัดเลือก
15	0.22	ใช้ได้	0.22	ใช้ได้	คัดเลือก
16	0.44	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	คัดเลือก
17	0.22	ใช้ได้	0.22	ใช้ได้	คัดเลือก
18	0.43	ใช้ได้	0.70	ใช้ได้	คัดเลือก
19	0.39	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	คัดเลือก
20	0.37	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	คัดเลือก
21	0.20	ใช้ได้	0.26	ใช้ได้	คัดเลือก
22	0.30	ใช้ได้	0.22	ใช้ได้	คัดเลือก
23	0.39	ใช้ได้	0.19	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
24	0.39	ใช้ได้	0.26	ใช้ได้	คัดเลือก
25	0.28	ใช้ได้	0.26	ใช้ได้	คัดเลือก
26	0.46	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	คัดเลือก
27	0.19	ตัดทิ้ง	0.15	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
28	0.48	ใช้ได้	0.52	ใช้ได้	คัดเลือก
29	0.41	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	คัดเลือก

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อที่	p	แปลผล	r	แปลผล	ผลการพิจารณา
30	0.13	ตัดทิ้ง	0.19	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
31	0.37	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้
32	0.15	ตัดทิ้ง	0.15	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
33	0.35	ใช้ได้	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.46	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.31	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้	ใช้ได้
36	0.43	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
37	0.43	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้
38	0.48	ใช้ได้	0.52	ใช้ได้	ใช้ได้
39	0.31	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
40	0.41	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้	ใช้ได้

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีจำนวนข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 35 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.61 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.22 – 0.70 ค่าความเชื่อมั่น (KR -20) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.76 แต่ผู้วิจัยต้องการแค่ 30 ข้อ จึงตัดข้อ 6, 14, 15, 21, 22 ออกเนื่องจากมีค่าอำนาจจำแนกต่ำ จึงเหลือข้อสอบที่นำไปใช้ในการวิจัย 30 ข้อ และครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตาราง 19 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ

ข้อที่	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC
	1	2	3	4	5	
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

ตาราง 20 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ

ข้อที่	p	แปลผล	r	แปลผล	ผลการพิจารณา
1	0.60	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	คัดเลือก
2	0.54	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	คัดเลือก
3	0.51	ใช้ได้	0.35	ใช้ได้	คัดเลือก
4	0.57	ใช้ได้	0.26	ใช้ได้	คัดเลือก
5	0.53	ใช้ได้	0.10	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
6	0.47	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	คัดเลือก

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีจำนวนที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.47 – 0.60 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.56 และค่าความเชื่อมั่น (Coefficient - α) ของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.87 แต่จากการจับเวลาในการทดสอบพบว่านักเรียนทำข้อสอบไม่ทัน ผู้วิจัยจึงตัดข้อสอบข้อที่ 6 ออก เนื่องจากว่าเป็นข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกได้น้อยที่สุด จึงเหลือแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการวิจัยจำนวน 4 ข้อ แต่ยังคงครอบคลุมนิยามศัพท์เฉพาะที่ตั้งไว้

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง

- ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการประเมินเพื่อการพัฒนาด้วยวิธีการให้ข้อมูลย้อนกลับ
- แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

เรื่อง โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์

เวลา 2 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 : เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

ค 4.1 ม.4-6/3 : มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน เขียนแสดงความสัมพันธ์ และฟังก์ชันในรูปแบบต่างๆ เช่น ตาราง กราฟ และ สมการ

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ค 6.1 ม.4-6/2 : ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม.4-6/3 : ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม.4-6/5 : ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

2.1.1 อธิบายความหมายของโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ได้

2.1.2 อธิบายหลักการหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบแจกแจงสมาชิกและแบบบอกเงื่อนไขได้

2.1.3 หาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบแจกแจงสมาชิกและแบบบอกเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้

2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ

- 2.2.1 ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่กำหนดให้ได้
- 2.2.2 ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจในการหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ได้
- 2.2.3 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย การนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน

2.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์: นักเรียน

- 2.3.1 ทำงานได้อย่างถูกต้อง
- 2.3.2 ความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการทำงาน
- 2.3.3 มีความรับผิดชอบและตรงต่อเวลาในการส่งงาน
- 2.3.4 มีการทำงานอย่างเป็นระบบรอบคอบ

3. สาระสำคัญ

โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์

บทนิยาม

1. โดเมน (Domain) โดเมนของความสัมพันธ์ r ใช้สัญลักษณ์ D_r คือ เซตที่มีสมาชิกเป็นสมาชิกตัวหน้าของทุกคู่อันดับในความสัมพันธ์ r
 ดังนั้น $D_r = \{x | (x, y) \in r\}$
2. เรนจ์ (Range) เรนจ์ของความสัมพันธ์ r ใช้สัญลักษณ์ R_r คือ เซตที่มีสมาชิกเป็นสมาชิกตัวหลังของทุกคู่อันดับในความสัมพันธ์ r
 ดังนั้น $R_r = \{y | (x, y) \in r\}$

การหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ สามารถทำได้ดังนี้

1. กรณีความสัมพันธ์สามารถเขียนในรูปแบบแจกแจงสมาชิกได้
 โดเมน คือ เซตของสมาชิกตัวหน้าในคู่อันดับของความสัมพันธ์
 เรนจ์ คือ เซตของสมาชิกตัวหลังในคู่อันดับของความสัมพันธ์
2. กรณีความสัมพันธ์ไม่สามารถเขียนในรูปแบบแจกแจงสมาชิกได้
 - 2.1 การหาโดเมน จัด y ในรูปของ x แล้วหาค่า x ที่ทำให้ y เป็นจริงตามเงื่อนไข
 - 2.2 การหาเรนจ์ จัด x ในรูปของ y แล้วหาค่า y ที่ทำให้ x เป็นจริงตามเงื่อนไข

4. สารการเรียนรู้

โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์

บทนิยาม

3. โดเมน (Domain) โดเมนของความสัมพันธ์ r ใช้สัญลักษณ์ D_r คือ เซตที่มีสมาชิกเป็นสมาชิกตัวหน้าของทุกคู่อันดับในความสัมพันธ์ r
 ดังนั้น $D_r = \{x | (x, y) \in r\}$
4. เรนจ์ (Range) เรนจ์ของความสัมพันธ์ r ใช้สัญลักษณ์ R_r คือ เซตที่มีสมาชิกเป็นสมาชิกตัวหลังของทุกคู่อันดับในความสัมพันธ์ r
 ดังนั้น $R_r = \{y | (x, y) \in r\}$

การหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ สามารถทำได้ดังนี้

- กรณีความสัมพันธ์สามารถเขียนในรูปแบบแจกแจงสมาชิกได้
 โดเมน คือ เซตของสมาชิกตัวหน้าในคู่อันดับของความสัมพันธ์
 เรนจ์ คือ เซตของสมาชิกตัวหลังในคู่อันดับของความสัมพันธ์
- กรณีความสัมพันธ์ไม่สามารถเขียนในรูปแบบแจกแจงสมาชิกได้
 - 2.1 การหาโดเมน จัด y ในรูปของ x แล้วหาค่า x ที่ทำให้ y เป็นจริงตามเงื่อนไข
 - 2.2 การหาเรนจ์ จัด x ในรูปของ y แล้วหาค่า y ที่ทำให้ x เป็นจริงตามเงื่อนไข

ตัวอย่างที่ 1 กำหนดให้ $A = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ และ $B = \{2, 4, 6, 8, 10, 12\}$

จงหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ต่อไปนี้

- 1) $r_1 = \{(x, y) \in A \times B | y = 2x\}$
 $r_1 = \{(1, 2), (2, 4), (3, 6), (4, 8), (5, 10), (6, 12)\}$
 ดังนั้น $D_{r_1} = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ และ $R_{r_1} = \{2, 4, 6, 8, 10, 12\}$
- 2) $r_2 = \{(x, y) \in B \times A | y = x^2\}$
 $r_2 = \{(2, 4)\}$
 ดังนั้น $D_{r_2} = \{2\}$ และ $R_{r_2} = \{4\}$

ตัวอย่างที่ 2 จงหาโดเมนและเรนจ์ของ $r = \{(x, y) \in R \times R | y = -3x + 4\}$

วิธีทำ เนื่องจาก x เป็นจำนวนจริงใดๆ สามารถหาค่า y ได้เสมอ ดังนั้น $D_r = R$
 ถ้า x เป็นจำนวนจริงใดๆ แล้ว $-3x + 4$ ยังคงเป็นจำนวนจริง
 แต่ $y = -3x + 4$ ดังนั้น y เป็นจำนวนจริงใดๆ จึงได้ว่า $R_r = R$

ตัวอย่างที่ 3 จงหาโดเมนและเรนจ์ของ $r = \{(x, y) \in R \times R \mid y = x^2 + 2\}$

วิธีทำ เนื่องจาก x เป็นจำนวนจริงใดๆ สามารถหาค่า y ได้เสมอ ดังนั้น $D_r = R$

ถ้า x เป็นจำนวนจริงใดๆ แล้ว $x^2 \geq 0$ จะได้ $x^2 + 2 \geq 2$

แต่ $y = x^2 + 2$ ดังนั้น $y \geq 2$ หรือ $R_r = [2, \infty)$

ตัวอย่างที่ 4 จงหาโดเมนและเรนจ์ของ $r = \{(x, y) \in R \times R \mid y = \frac{1}{2-x}\}$

วิธีทำ พิจารณาค่า $y = \frac{1}{2-x}$ จะเห็นว่า x เป็นจำนวนจริงใดๆ

จะมีค่า y เป็นคำตอบเสมอ ยกเว้น $x = 2$ ที่ทำให้ $2 - x = 0$

จะได้ $\frac{1}{0}$ ซึ่งไม่นิยาม ดังนั้น $D_r = R - \{2\}$

พิจารณา $x = 2 - \frac{1}{y}$

จะเห็นว่า ถ้า $y \neq 0$ แล้ว x จะมีคำตอบเสมอ ดังนั้น $R_r = R - \{0\}$

ตัวอย่างที่ 5 จงหาโดเมนและเรนจ์ของ $r = \{(x, y) \in R \times R \mid y = \sqrt{x-4}\}$

วิธีทำ จาก $y = \sqrt{x-4}$ จะเห็นว่าค่า x ที่นำมาแทนนั้นต้องไม่ทำให้ $x-4$ เป็นลบ เพราะรากที่สองของจำนวนลบไม่เป็นจำนวนจริง

ดังนั้น $x-4 \geq 0$ หรือ $x \geq 4$ ดังนั้น $D_r = [4, \infty)$

และเนื่องจาก $x-4 \geq 0$ จะได้ $\sqrt{x-4} \geq 0$ แต่ $y = \sqrt{x-4}$

ดังนั้น $y \geq 0$ หรือ $R_r = [0, \infty)$

ตัวอย่างที่ 6 จงหาโดเมนและเรนจ์ของ $r = \{(x, y) \in R \times R \mid y = |x+2|\}$

วิธีทำ พิจารณา $y = |x+2|$

จะเห็นว่า x เป็นจำนวนจริงใดๆ สามารถหาค่า y ได้เสมอ ดังนั้น $D_r = R$

เพราะว่า $|x+2| \geq 0$ เสมอ ดังนั้น $y \geq 0$ นั่นคือ $R_r = [0, \infty)$

ตัวอย่างที่ 7 จงหาโดเมนและเรนจ์ของ $r = \{(x, y) \in R \times R \mid y = \frac{x}{x-2}\}$

วิธีทำ จาก $y = \frac{x}{x-2}$

จะเห็นว่า x เป็นจำนวนจริงใดๆ จะมีค่า y เป็นคำตอบเสมอ

ยกเว้น $x = 2$ ที่ทำให้ $x-2 = 0$ ซึ่งไม่นิยาม ดังนั้น $D_r = R - \{2\}$

จาก $y = \frac{x}{x-2}$

จะได้ $yx - 2y = x$

$yx - x = 2y$

$$x(y-1) = 2y$$

$$x = \frac{2y}{y-1}$$

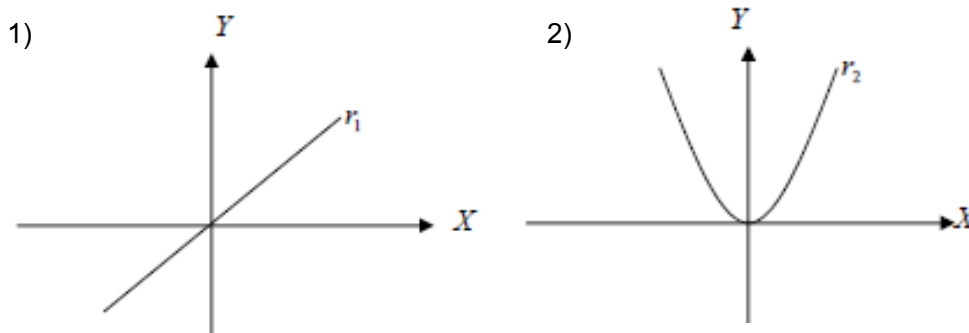
จะเห็นว่า y เป็นจำนวนจริงใดๆ จะมีค่า x เป็นคำตอบเสมอ

ยกเว้น $y = 1$ ที่ทำให้ $y - 1 = 0$ จะได้ $\frac{2}{0}$ ซึ่งไม่นิยาม

$$\text{ดังนั้น } R_r = R - \{1\}$$

นอกจากนี้เราสามารถพิจารณาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์จากกราฟที่กำหนดให้
ดังนี้

ตัวอย่างที่ 8 จงหาโดเมนและเรนจ์ โดยพิจารณาจากกราฟของความสัมพันธ์ที่กำหนดให้



วิธีทำ 1) จากกราฟ พบว่า x ซึ่งเป็นสมาชิกในโดเมนของ r_1 เป็นจำนวนจริง และ y ซึ่งเป็นสมาชิกในเรนจ์ของ r_1 เป็นจำนวนจริง ดังนั้น $D_{r_1} = R$ และ $R_{r_1} = R$

2) จากกราฟ พบว่า x ซึ่งเป็นสมาชิกในโดเมนของ r_2 เป็นจำนวนจริง และ y ซึ่งเป็นสมาชิกในเรนจ์ของ r_2 เป็นจำนวนจริง ซึ่งมากกว่าหรือเท่ากับ 0
ดังนั้น $D_{r_2} = R$ และ $R_{r_2} = [0, \infty)$

5. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นนำ

1.1 ขั้นกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียน (Feed Up)

1.1.1 ครูทบทวนความรู้เรื่องความสัมพันธ์ โดยยกตัวอย่างความสัมพันธ์แบบบอกเงื่อนไข แล้วให้นักเรียนหาความสัมพันธ์แบบแจกแจงสมาชิก หลังจากนั้นให้นักเรียนเขียนเซตใหม่โดยเซตแรกเป็นเซตของสมาชิกตัวหน้าและอีกเซตหนึ่งเป็นเซตของสมาชิกตัวหลังของคู่อันดับในความสัมพันธ์ หลังจากนั้นครูบอกให้นักเรียนว่าวันนี้เราจะมาศึกษาว่าเซตของสมาชิกตัวหน้าและสมาชิกตัวหลังคืออะไร และมีวิธีการหาอย่างไร

1.1.2 หลังจากนั้นครูกระตุ้นแรงจูงใจในการเรียน โดยบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ ภาระงานที่นักเรียนจะได้รับมอบหมาย การประเมินที่ชัดเจนและเกณฑ์การประเมินต่างๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเห็นคุณค่าของการเรียนและการประเมิน

2. ขั้นสอน

2.1 ขั้นตรวจสอบความเข้าใจเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (Checking for understanding)

2.1.1 ครูให้นักเรียนพิจารณาเซตที่เป็นสมาชิกตัวหน้าและสมาชิกตัวหลังที่แยกไว้ในขั้นนำ แล้วบอกนักเรียนว่าเซตที่เป็นสมาชิกของคู่อันดับเรียกว่า โดเมนของความสัมพันธ์ เขียนแทนด้วย D_f และเซตของสมาชิกตัวหลังของคู่อันดับเรียกว่า เรนจ์ของความสัมพันธ์ เขียนแทนด้วย R_f พร้อมทั้งชี้แนะให้นักเรียนเขียนโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ ในรูปเซตแบบบอกเงื่อนไข

2.1.2 ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่าถ้านักเรียนจะหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ที่อยู่ในรูปแบบบอกเงื่อนไข นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร [เขียนความสัมพันธ์นั้นในอยู่ในรูปแบบแจกแจงสมาชิก และหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์] หลังจากนั้นครูยกตัวอย่างที่ 1 บนกระดาน และให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง พร้อมทั้งร่วมกันเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง

2.1.3 หลังจากนั้นครูใช้การถาม – ตอบ ประกอบการอธิบาย เพื่อชี้ให้นักเรียนเห็นว่าจากตัวอย่างที่ 1 เราสามารถเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกได้ เพราะ A และ B เป็นเซตจำกัด แต่ถ้าหากเปลี่ยน A และ B เป็นจำนวนจริงใด ๆ เราจะสามารถเขียนสมาชิกของเซตได้ทั้งหมดหรือไม่ พร้อมทั้งใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่าเราจะมีวิธีการหาโดเมนและเรนจ์อย่างไร

2.1.4 ครูยกตัวอย่างที่ 2 บนกระดาน และชี้แนะให้นักเรียนพิจารณาอย่างกว้าง ๆ ก่อน เช่น x เป็นจำนวนจริงบวกได้หรือไม่ x จะเป็นศูนย์ได้หรือไม่ หรือ x จะเป็นจำนวนจริงลบได้หรือไม่ โดยที่เมื่อแทน x ในเงื่อนไขของสมาชิกแล้วจะสามารถหาค่า y และจากตัวอย่างที่ 2 พบว่าเราสามารถแทน x เป็นจำนวนจริงใด ๆ แล้ว y ยังคงเป็นจำนวนจริง ดังนั้นโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์คือเซตของจำนวนจริง

2.1.5 ครูยกตัวอย่างที่ 3 – 7 บนกระดาน และลองให้นักเรียนพิจารณาอย่างกว้าง ๆ โดยการแทนค่า x และชี้แนะให้นักเรียนพิจารณาข้อจำกัดของเงื่อนไข เช่น ถ้าเงื่อนไขอยู่ในรูปเศษส่วนตัวส่วนห้ามเป็นศูนย์ ถ้าอยู่ในรูปเครื่องหมายกรณฑ์คู่ภายในเครื่องหมายกรณฑ์คู่จะต้องไม่เป็นจำนวนลบ ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริงใด ๆ จะต้องมากกว่าหรือเท่ากับศูนย์เสมอ หรือจำนวนจริงใด ๆ ยกกำลังสองแล้วจะต้องมากกว่าหรือเท่ากับศูนย์เสมอ และครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่าการกำหนดความสัมพันธ์จะให้ y อยู่ในรูปของ x ดังนั้นการพิจารณาโดเมน คือ การพิจารณาว่า มีค่า x ใดบ้างที่ทำให้หาค่า y ได้ และเรนจ์ของความสัมพันธ์ก็ขึ้นอยู่กับโดเมนของความสัมพันธ์นั้น ซึ่งอาจพิจารณาไปพร้อมกับการพิจารณาโดเมน หรือเขียน x ในรูปของ y แล้วดูว่าค่าของ y ใดบ้างที่ทำให้

หาค่า x ได้ หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง โดยการใช้การถาม – ตอบ ประกอบการอธิบาย และร่วมกันให้เหตุผลประกอบ เพื่อนำไปสู่การหาโดเมนและเรนจ์ของ ความสัมพันธ์ที่ถูกต้อง

2.1.6 ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่า ถ้าความสัมพันธ์อยู่ในรูปกราฟเราจะมี หลักการหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์อย่างไร [ดูค่า x และ y บนกราฟ] หลังจากนั้นครูและ นักเรียนร่วมกันอภิปรายจนสรุปได้ว่า การพิจารณาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์จากกราฟของ ความสัมพันธ์ ให้พิจารณาโดเมนจากค่าของ x ในกราฟ และพิจารณาเรนจ์จากค่าของ y ในกราฟ

2.1.7 ครูยกตัวอย่างที่ 8 บนกระดานและร่วมกันเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้ง ชักถามหากมีข้อสงสัย

2.1.8 ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 3 โดยให้นักเรียนทำส่งท้ายชั่วโมง

2.1.9 หลังจากนั้นครูให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญของบทเรียน และสะท้อนเกี่ยวกับการ เรียนรู้ของตนเองว่านักเรียนมีความเข้าใจในสิ่งที่เรียนมากน้อยเพียงใด ด้วยการให้นักเรียนตอบ คำถามในแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับส่วนที่ 1

2.2 ขั้นการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback)

2.2.1 ครูนำแบบฝึกหัดที่นักเรียนทำไปตรวจและให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยการให้ข้อมูล ย้อนกลับมี 2 วิธี ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2
การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคล มีความเฉพาะเจาะจงในการทำแบบฝึกหัดในแต่ละข้อ โดยบอกผลของการกระทำของผู้เรียนว่า ถูกหรือผิด พร้อมทั้งอธิบายว่าทำไมคำตอบจึง ถูกและทำไมคำตอบจึงผิด ยกตัวอย่าง สถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงให้ผู้เรียนสังเกต และเรียนรู้ข้อผิดพลาด รวมถึงให้ข้อมูลย้อน กลับสรุปภาพรวมของการทำแบบฝึกหัดโดย บอกสิ่งที่ผู้เรียนทำได้ดีแล้ว และบอกถึง แนวทางที่ผู้เรียนจะต้องทำต่อไปเพื่อให้ผู้เรียน บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ (ครูบันทึกข้อมูล ย้อนกลับในแบบบันทึกการให้ข้อมูล ย้อนกลับส่วนที่ 2)	การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนทั้งชั้นเรียน โดยการรวบรวมข้อผิดพลาดและสิ่งที่นักเรียนทำได้ดี แล้วจากการทำแบบฝึกหัดของผู้เรียนแต่ละคน และจัดกลุ่มข้อมูลนั้นไว้ แล้วครูผู้สอนแสดง ตัวอย่างที่ผิดพลาดให้ผู้เรียนทั้งชั้นเรียนเห็น พร้อมกัน และผู้เรียนร่วมกันทั้งชั้นเรียนวิเคราะห์ หาสาเหตุของข้อผิดพลาด และหาแนวทางในการ แก้ปัญหาที่ถูกต้อง รวมถึงบอกสิ่งที่นักเรียนทำได้ ดีแล้ว และแนวทางที่นักเรียนจะต้องทำต่อไป เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ (นักเรียนบันทึกข้อมูลย้อนกลับที่ได้จากครูใน แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับส่วนที่ 2)

2.2.2 หลังจากนั้นครูนำแบบฝึกหัดที่ 3 พร้อมข้อมูลย้อนกลับคืนกับนักเรียน แล้วให้นักเรียนวางแผนสิ่งที่จะทำต่อไปในแบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับส่วนที่ 3 พร้อมทั้งแก้ไขแบบฝึกหัดให้ถูกต้อง และนำมาส่งใหม่อีกครั้งหนึ่ง

3. ขั้นสรุป

3.1 ขั้นการให้คำแนะนำ (Feed Forward)

3.1.1 ครูให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทาง ให้กำลังใจ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่สูงขึ้น

3.1.2 นักเรียนช่วยกันสรุปและสะท้อนเกี่ยวกับความรู้ที่เรียนในคาบ และจากข้อมูลย้อนกลับที่นักเรียนได้รับ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ในเรื่องต่อไป

3.1.3 ครูสรุปประเด็นเพิ่มเติมที่นักเรียนยังบกพร่องแก้ปัญหา เพื่อสร้างความเข้าใจที่ตรงกันให้กับนักเรียน

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

6.1 แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่อง โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์

6.2 หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

6.3 หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกนกวลี อุษณกรกุล และรณชัย มาเจริญทรัพย์

7. การวัดและประเมินผล

7.1 วิธีการวัด/สิ่งที่วัด

7.1.1 สังเกตการถาม – ตอบกระบวนการทางคณิตศาสตร์

7.1.2 การตรวจแบบฝึกหัดที่ 3

7.1.3 การวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาโดยการให้ข้อมูลย้อนกลับ

7.2 เครื่องมือ

7.2.1 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรายบุคคล

7.2.2 แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

7.2.3 แบบฝึกหัดที่ 3

7.2.4 แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับ

7.3 เกณฑ์การประเมิน

7.3.1 คะแนนพฤติกรรมการเรียนรายบุคคลอยู่ในเกณฑ์ดีขึ้น

7.3.2 คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์อยู่ในเกณฑ์ดีขึ้น

7.3.3 นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 3 ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป

8. บันทึกหลังสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....ผู้สอน

(นางสาวภััสสร สมเกียรติยศ)

แบบฝึกหัดที่ 3

โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์

1. จงหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ต่อไปนี้

1.1 $r = \{(4,5), (6,7), (8,9)\}$

$D_r = \dots\dots\dots R_r = \dots\dots\dots$

1.2 $r = \{(x, y) \in N \times N \mid x + y = 8\}$

$r = \dots\dots\dots$

$D_r = \dots\dots\dots R_r = \dots\dots\dots$

1.3 $r = \{(x, y) \in N \times I \mid y^2 = x, 1 \leq x \leq 9\}$

$r = \dots\dots\dots$

$D_r = \dots\dots\dots R_r = \dots\dots\dots$

2. กำหนดให้ $A = \{-1, 0, 1, 2, 3\}$; $B = \{2, 3, 4, 5\}$ จงหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ต่อไปนี้

2.1 $r = \{(x, y) \in A \times A \mid y = 2x\}$

$r = \dots\dots\dots$

$D_r = \dots\dots\dots R_r = \dots\dots\dots$

2.2 $r = \{(x, y) \in B \times B \mid x - y = 1\}$

$r = \dots\dots\dots$

$D_r = \dots\dots\dots R_r = \dots\dots\dots$

2.3 $r = \{(x, y) \in A \times B \mid y \leq x + 1\}$

$r = \dots\dots\dots$

$D_r = \dots\dots\dots R_r = \dots\dots\dots$

3. จงหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ในแต่ละข้อต่อไปนี้

3.1 $r = \{(x, y) \mid y = 5x - 3\}$

$\dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$

3.2 $r = \{(x, y) \mid y = x^2 - 1\}$

$\dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$

3.3 $r = \{(x, y) | y = \sqrt{x^2 - 1}\}$

.....

.....

.....

.....

3.4 $r = \{(x, y) | y = \frac{4}{1-x}\}$

.....

.....

.....

.....

3.5 $r = \{(x, y) | y = |x + 1|\}$

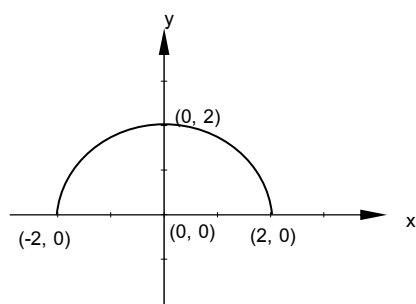
.....

.....

.....

4. จงหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ที่กำหนดด้วยกราฟในข้อต่อไปนี้

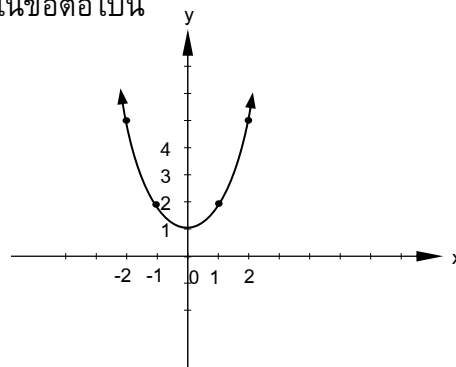
4.1



$D_r =$

$R_r =$

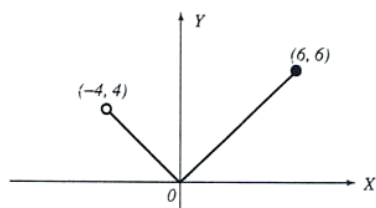
4.2



$D_r =$

$R_r =$

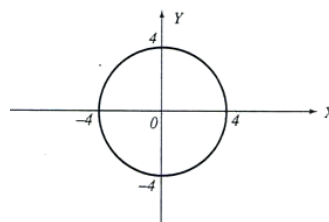
4.3



$D_r =$

$R_r =$

4.4



$D_r =$

$R_r =$

.แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรายบุคคล

คำชี้แจง ให้ครูสังเกตพฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียนขณะเรียน แล้วบันทึกผล ตามความเป็นจริง

ที่	ชื่อ – สกุล	พฤติกรรมที่สังเกตได้														
		การเตรียมอุปกรณ์พร้อมที่จะเรียน			ความตั้งใจและสนใจเรียนขณะครูสอน			การมีส่วนร่วมในการเรียน			การซักถามครูเมื่อไม่เข้าใจเรื่องที่เรียน			ความกระตือรือร้นในการทำงาน		
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																

ผู้ประเมิน.....

...../...../.....

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง ให้ครูทำเครื่องหมาย ลงในช่องที่เป็นจริงมากที่สุด

ที่	ชื่อ – สกุล	คุณลักษณะอันพึงประสงค์											
		ความถูกต้อง			ความเป็นระเบียบเรียบร้อย			ความรับผิดชอบ			ทำงานอย่างมีระบบรอบคอบ		
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

ผู้ประเมิน.....

...../...../.....

แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล (สำหรับครูและนักเรียน)
เรื่อง โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
วันที่.....งานที่ได้รับมอบหมาย.....

เป้าหมายการเรียนรู้

- 1) อธิบายความหมายของโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ได้
- 2) อธิบายหลักการหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบแจกแจงสมาชิกและแบบบอกเงื่อนไขได้
- 3) หาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบแจกแจงสมาชิกและแบบบอกเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้

คำชี้แจง 1. จากการที่นักเรียนทำแบบฝึกหัด จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ และอธิบาย
ลักษณะของการเรียนในประเด็นคำถามที่กำหนดตามสภาพความเป็นจริง
2. การตอบคำถามครั้งนี้จะไม่นำผลการประเมินมาคิดเป็นคะแนนผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน ดังนั้นขอให้นักเรียนตอบคำถามตามความเป็นจริงเพื่อนำผลไปใช้ในการ
พัฒนาการเรียนของนักเรียน

ส่วนที่ 1 สำหรับนักเรียน (ก่อนได้รับข้อมูลย้อนกลับ)

1. สรุปสาระสำคัญที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียน อธิบายให้ชัดเจน

.....
.....
.....

2. บอกจุดเด่นของตนเองในการเรียน หรือในภาระงานที่ได้รับมอบหมาย อธิบายให้ชัดเจน

.....
.....
.....

3. นักเรียนเข้าใจเรื่องโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ระดับใด

- | | |
|--|--|
| ☐ เข้าใจอย่างชัดเจนแล้ว | ☐ เข้าใจเกือบชัดเจน |
| ☐ เข้าใจ | ☐ ไม่เข้าใจเลย |

กรณีที่ยังไม่เข้าใจอย่างชัดเจน ให้นักเรียนระบุสิ่งที่อยากให้ครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

.....
.....
.....

4. ให้นักเรียนระบุสิ่งที่นักเรียนคิดว่าจะต้องทำต่อไป หรือแนวทางในการพัฒนาในการเรียนรู้ครั้งต่อไป อธิบายให้ชัดเจน

.....

.....

.....

ส่วนที่ 2 สำหรับครู (การให้ข้อมูลย้อนกลับของครู)
สิ่งที่นักเรียนทำได้ดีแล้ว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สิ่งที่นักเรียนจะต้องทำต่อไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ส่วนที่ 3 สำหรับนักเรียน (หลังได้รับข้อมูลย้อนกลับ)

บอกสิ่งที่นักเรียนจะทำตอนนี้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ อธิบายให้ชัดเจน

.....

.....

.....

.....

.....

แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม (สำหรับครู)

การประเมินผลการเรียน ภาคเรียนที่ 2	เรื่อง โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์	เวลา 2 ชั่วโมง
	วันที่ประเมิน	ระดับ
จุดประสงค์/ผลการเรียนรู้เฉพาะ		เกณฑ์การประเมิน
1) อธิบายความหมายของโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ได้ 2) อธิบายหลักการหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบแจกแจงสมาชิกและแบบบอกเงื่อนไขได้ 3) หาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบแจกแจงสมาชิกและแบบบอกเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้	ดีมาก	3
	บรรลุผล	2
	ยังไม่บรรลุผล	1

เลขที่/ชื่อ น.ร.	ผลการประเมิน			
	จุดประสงค์/ผลการเรียนรู้เฉพาะ			
	1	2	3	
21				วิธีการประเมิน ☐ แบบทดสอบ ☐ ทดสอบทักษะปฏิบัติ ☐ สมุดแบบฝึกหัด ☐ การนำเสนอ ☐ ประเมินตนเอง ☐ การสังเกตของครู ☐ เพื่อนประเมินเพื่อน ☐ อื่น ๆ สิ่งที่นักเรียนทำได้ดี
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
ข้อเสนอแนะจากการประเมิน				การดำเนินการขั้นต่อไป

ผู้ประเมิน.....
/...../.....

แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม (สำหรับนักเรียน)

เรื่อง โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

วันที่.....งานที่ได้รับมอบหมาย.....

เป้าหมายการเรียนรู้

- 1) อธิบายความหมายของโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ได้
- 2) อธิบายหลักการหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบแจกแจงสมาชิกและแบบบอกเงื่อนไขได้
- 3) หาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบแจกแจงสมาชิกและแบบบอกเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้

- คำชี้แจง
1. จากการที่นักเรียนทำแบบฝึกหัด จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ และอธิบายลักษณะของการเรียนในประเด็นคำถามที่กำหนดตามสภาพความเป็นจริง
 2. การตอบคำถามครั้งนี้จะไม่นำผลการประเมินมาคิดเป็นคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนั้นขอให้นักเรียนตอบคำถามตามความเป็นจริงเพื่อนำผลไปใช้ในการพัฒนาการเรียนของนักเรียน

ส่วนที่ 1 สำหรับนักเรียน (ก่อนได้รับข้อมูลย้อนกลับ)

1. สรุปสาระสำคัญที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียน อธิบายให้ชัดเจน

.....

.....

.....

2. บอกจุดเด่นของตนเองในการเรียน หรือในภาระงานที่ได้รับมอบหมาย อธิบายให้ชัดเจน

.....

.....

.....

3. นักเรียนเข้าใจเรื่องโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ระดับใด

- | | |
|--|--|
| ☐ เข้าใจอย่างชัดเจนแล้ว | ☐ เข้าใจเกือบชัดเจน |
| ☐ เข้าใจ | ☐ ไม่เข้าใจเลย |

กรณีที่ยังไม่เข้าใจอย่างชัดเจน ให้นักเรียนระบุสิ่งที่อยากให้ครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนระบุสิ่งที่นักเรียนคิดว่าจะต้องทำต่อไป หรือแนวทางในการพัฒนาในการเรียนรู้ครั้งต่อไป อธิบายให้ชัดเจน

.....

.....

.....

ส่วนที่ 2 สำหรับนักเรียน (บันทึกข้อมูลย้อนกลับที่ได้จากครูพร้อมกันทั้งชั้นเรียน)
สิ่งที่นักเรียนทำได้ดีแล้ว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สิ่งที่นักเรียนจะต้องทำต่อไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ส่วนที่ 3 สำหรับนักเรียน (หลังได้รับข้อมูลย้อนกลับ)

บอกสิ่งที่นักเรียนจะทำตอนนี้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ อธิบายให้ชัดเจน

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ ให้เวลา 50 นาที
2. ให้นักเรียนอ่านโจทย์ในแต่ละข้อให้เข้าใจก่อนแล้วจึงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย x ทับตัวอักษรที่ถูกต้อง ลงในกระดาษคำตอบ
3. ห้ามขีด - เขียน หรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบ
4. ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณ ใด ๆ ในการสอบ
5. ให้ส่งข้อสอบพร้อมทั้งกระดาษคำตอบคืนกรรมการคุมสอบทุกฉบับ

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย x ตัวเลือกในกระดาษคำตอบ

1. ถ้า $(x + 1, 4) = (3, y - 2)$ แล้ว (x, y) คือข้อใด
 1. (2, 6)
 2. (2, 5)
 3. (3, 6)
 4. (3, 5)
2. กำหนด $A = \{2, 3\}$; $B = \{4, 5, 6\}$ และ $C = \{1, 2, 3\}$ แล้ว $(A \cap C) \times B$ คือเซตในข้อใด
 1. $\{(1, 4), (1, 5), (2, 4), (2, 5), (3, 4), (3, 5)\}$
 2. $\{(2, 4), (2, 5), (2, 6), (3, 4), (3, 5), (3, 6)\}$
 3. $\{(2, 4), (2, 5), (2, 6)\}$
 4. $\{(3, 4), (3, 5), (3, 6)\}$
3. ถ้า $A = \{1, 2, 3, 4, \dots, 10\}$, $B = \{1, 3, 5, 7, 9\}$ แล้ว $B \times (A \cup B)$ มีสมาชิกกี่ตัว
 1. 50
 2. 75
 3. 100
 4. 125
4. กำหนด $A = \{1, 2, 3\}$ และ $B = \{2, 4, 6\}$ แล้ว $r = \{(x, y) \in A \times B \mid y < 2x + 1\}$ ตรงกับข้อใด
 1. $\{(1, 3), (2, 5), (3, 7)\}$
 2. $\{(1, 2), (2, 2), (2, 4), (3, 2), (3, 4), (3, 6)\}$
 3. $\{(1, 2), (2, 3), (3, 6)\}$
 4. $\{(1, 2), (1, 4), (2, 3), (2, 6), (3, 4), (3, 6)\}$
5. กำหนดให้ $A = \{1, 2, 3, 4\}$ และ $r = \{(x, y) \in A \times A \mid x \leq y\}$ แล้วจำนวนสมาชิกในความสัมพันธ์ r คือข้อใด
 1. 8
 2. 10
 3. 12
 4. 16
6. ถ้าเซต A มีสมาชิก 10 ตัวแล้ว จำนวนความสัมพันธ์ทั้งหมดจาก $A \cap A$ ไป A เท่ากับข้อใดต่อไปนี้
 1. 2^{100}
 2. 100^2
 3. 1000^2
 4. 2^{1000}
7. กำหนดให้ $r = \{(1, 1), (2, 2), (0, 2), (3, 3), (-1, 3)\}$ เป็นความสัมพันธ์ใน A ข้อใดไม่ถูกต้อง
 1. $D_r = \{-1, 0, 1, 2, 3\}$
 2. $R_r = \{1, 2, 3\}$
 3. $R_r \subset D_r$
 4. $D_r - R_r = \{-1, 0, 1, 2, 3\}$

8. กำหนด $\{(1,2), (3,4), (5,6)\}$ เป็นความสัมพันธ์ จาก A ไป B ข้อใดไม่ถูกต้อง

1. โดเมนคือ $\{1,3,5\}$
2. เรนจ์คือ $\{1,3,5\}$
3. ความสัมพันธ์จาก A ไป B เป็นความสัมพันธ์ “น้อยกว่า”
4. ข้อ 1 และ 3

9. ความสัมพันธ์ในข้อใดมี $D_r = R_r$

1. $\{(x,y) | x < 0, y \neq 0\}$
2. $\{(x,y) | y > 0, x \neq 0\}$
3. $\{(x,y) | y = \frac{1}{x}\}$
4. $\{(x,y) | x = |y|\}$

10. กำหนด $\{(x,y) \in R \times R | y = 3x - 2\}$ โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์นี้คือข้อใด

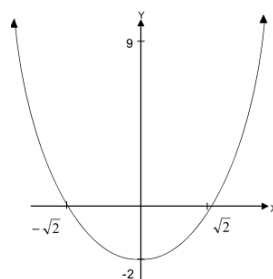
1. $D_r = R$ $R_r = R - \left\{\frac{3}{2}\right\}$
2. $D_r = R$ $R_r = R$
3. $D_r = R - \left\{\frac{3}{2}\right\}$ $R_r = R$
4. $D_r = R$ $R_r = R - \left\{-\frac{3}{2}\right\}$

11. โดเมนของความสัมพันธ์ $\{(x,y) | y = \sqrt{36 - x^2}\}$ ตรงกับข้อใด

1. $\{x | x \geq 0\}$
2. $\{x | x \leq 6\}$
3. $\{x | -6 \leq x \leq 6\}$
4. $\{x | 0 \leq x \leq 6\}$

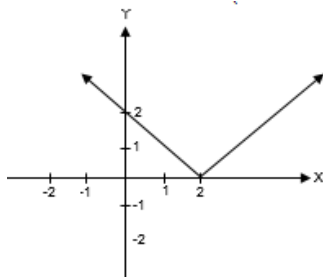
12. จากกราฟที่กำหนดให้ โดเมนและเรนจ์คือข้อใด

1. $D_r = [-\sqrt{2}, \sqrt{2}]$ $R_r = [-2, \infty)$
2. $D_r = [-\sqrt{2}, \sqrt{2}]$ $R_r = [-2, 9]$
3. $D_r = R$ $R_r = [-2, \infty)$
4. $D_r = R$ $R_r = R$

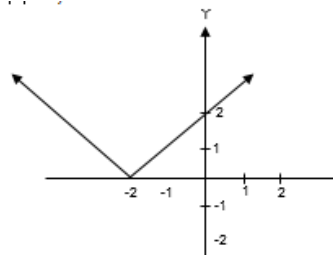


13. กราฟของความสัมพันธ์ $r = \{(x,y) \in R \times R | y = |x| + 2\}$ คือข้อใด

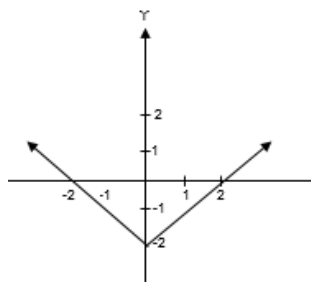
1.



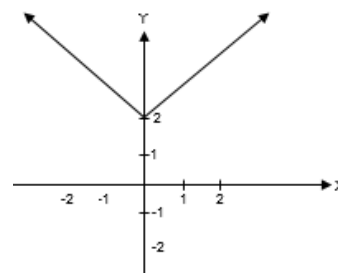
2.



3.

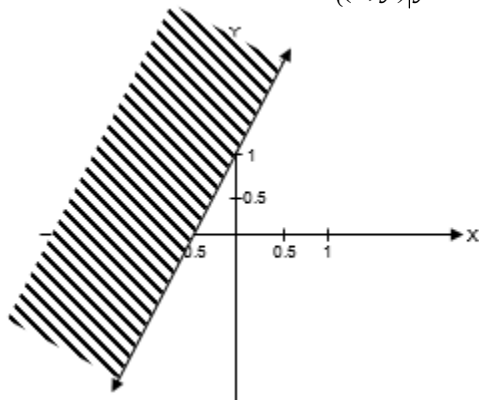


4.

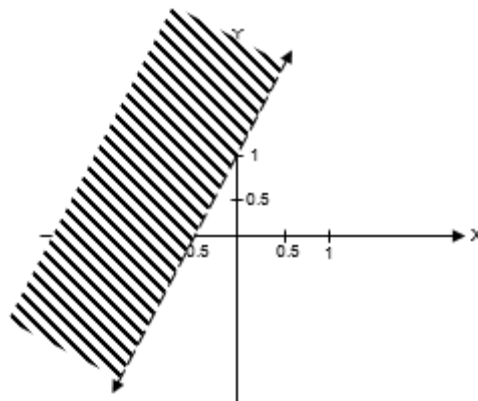


14. กราฟของความสัมพันธ์ $r = \{(x, y) | y \geq 2x + 1\}$ คือข้อใดต่อไปนี้

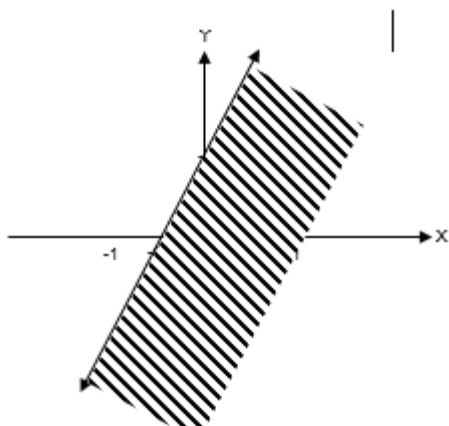
1.



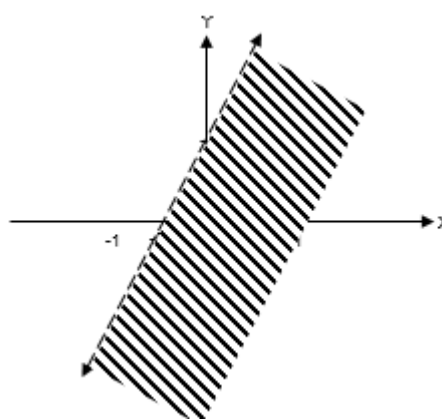
2.



3.



4.



15. กำหนดให้ $r = \{(1, 2), (2, 2), (3, 2), (4, 2), (5, 2)\}$ อินเวอร์สของความสัมพันธ์ r คือข้อใด

1. $\{(1, 2), (2, 2), (3, 2), (4, 2), (5, 2)\}$

2. $\{(-1, 2), (-2, 2), (-3, 2), (-4, 2), (-5, 2)\}$

3. $\{(2, 1), (2, 2), (2, 3), (2, 4), (2, 5)\}$

4. $\{2\}$

16. กำหนดให้ $r = \{(x, y) \in R \times R | y = x^2 + 6\}$ ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

1. $r^{-1} = \{(x, y) \in R \times R | x = y^2 + 6\}$

2. $r^{-1} = \{(y, x) \in R \times R | x = y^2 + 6\}$

3. $r^{-1} = \{(x, y) \in R \times R | y = \pm\sqrt{x-6}\}$

4. $D_{r^{-1}} = [6, \infty)$

17. กำหนดให้ $A = \{-2, -1, 0, 1, 2\}$ และ $r = \{(x, y) \in I \times A | y^2 = x\}$ ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

1. $D_{r^{-1}} = \{0, 1\}, R_{r^{-1}} = \{0, 1\}$

2. $D_{r^{-1}} = \{0, 1\}, R_{r^{-1}} = \{-1, 0, 1\}$

3. $D_{r^{-1}} = \{-1, 0, 1\}, R_{r^{-1}} = \{0, 1\}$

4. $D_{r^{-1}} = \{0, 1, 2\}, R_{r^{-1}} = \{-2, 0, 1, 2\}$

18. ความสัมพันธ์ในข้อใดต่อไปนี้ เป็น ฟังก์ชัน

1. $\{(x, y) | y^2 = 9x\}$

2. $\{(x, y) | |y| = x\}$

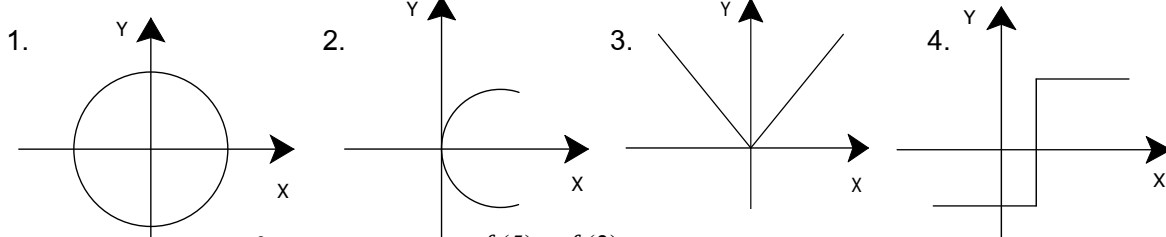
3. $\{(x, y) | x = 4\}$

4. $\{(x, y) | x = 4y\}$

19. ความสัมพันธ์ต่อไปนี้ข้อใดไม่เป็นฟังก์ชัน

1. $\{(x, y) | y > x - 3\}$
2. $\{(x, y) | y = x - 3\}$
3. $\{(x, y) | y = \sqrt{x + 3}\}$
4. $\{(x, y) \in A \times A | y = 1 - x^3\}$; เมื่อ $A = \{0, 1, 2, 3\}$

20. กราฟในข้อใดเป็นกราฟของฟังก์ชัน



21. กำหนดให้ $f(x) = x^2 - 2x + 1$ ค่าของ $\frac{f(5) - f(3)}{5 - 3}$ ตรงกับข้อใด

1. 4
2. 6
3. 12
4. 20

22. กำหนดให้ $f(3x - 2) = 4x^2 + 2x - 3$ ดังนั้น $f(-5)$ เท่ากับข้อใดต่อไปนี้

1. 3
2. -1
3. -3
4. 1

23. โดเมนและเรนจ์ของ $f(x) = 3 - \sqrt{16 - x^2}$ คือข้อใด

1. $D_f = [-4, 4]$ $R_f = [-1, 3]$
2. $D_f = [-4, 4]$ $R_f = [0, 3]$
3. $D_f = (-\infty, -4] \cup [4, \infty)$ $R_f = [-1, 3]$
4. $D_f = (-\infty, -4] \cup [4, \infty)$

24. กำหนดให้ $y = \frac{2}{5}x + 2$ ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

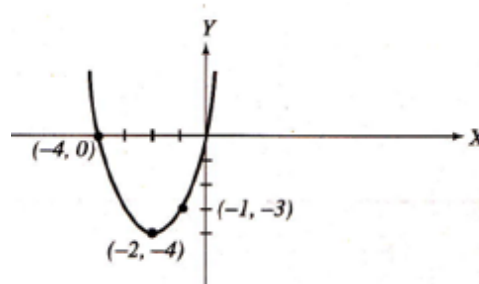
1. จุดตัดแกน X ของกราฟ y คือ $(-5, 0)$
2. จุดตัดแกน Y ของกราฟ y คือ $(-5, 0)$
3. จุด $(5, 4)$ ไม่อยู่บนกราฟของ y
4. จุด $(-5, 2)$ อยู่บนกราฟของ y

25. ในการขนส่งสินค้าจากกรุงเทพฯ ไปพม่าจะต้องเสียค่าขนส่งเบื้องต้น 550 บาท บวกด้วยค่าขนส่งสินค้าตามน้ำหนักสินค้า กิโลกรัมละ 14.5 บาท ข้อใดถูกต้อง

1. ถ้ามีเงิน 850 บาท สามารถส่งของหนัก 30 กิโลกรัมได้
2. ค่าขนส่งสินค้า 600 กิโลกรัมเป็นเงิน 1320 บาท
3. ค่าขนส่งสินค้าสามารถเขียนแทนได้ ด้วย $f(x) = 14.5 + 550x$
4. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

26. จากรูป กราฟนี้เป็นกราฟของฟังก์ชันใด

1. $g(x) = -x^2 + 4x$
2. $g(x) = -x^2 - 4x$
3. $g(x) = x^2 + 4x$
4. $g(x) = x^2 - 4x$

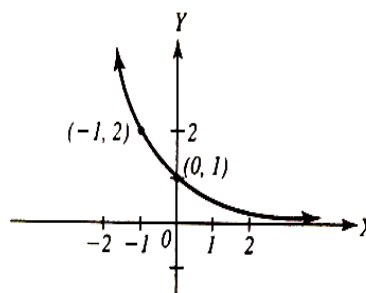


27. เจ้าของโรงแรมแห่งหนึ่งพบว่าผลกำไรมีความสัมพันธ์กับจำนวนห้อง คือ $p = -3m^2 + 96m$ เมื่อ p เป็นกำไร m เป็นจำนวนห้อง ถ้าต้องการผลกำไรมากที่สุดจะต้องมีห้องกี่ห้อง

1. 96
2. 48
3. 24
4. 16

28. กราฟที่กำหนดให้เป็นกราฟของฟังก์ชันในข้อใด

1. $y = 3^x$ 2. $y = \left(\frac{1}{3}\right)^x$
 3. $y = 2^x$ 4. $y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$



29. กำหนดให้ $f(x) = |x-1| - 2$ ข้อใดไม่ถูกต้อง

1. จุดยอดของกราฟ y คือ $(1, -2)$ 2. กราฟตัดแกน X ที่จุด $(-1, 0)$ และ $(3, 0)$
 3. กราฟตัดแกน Y ที่จุด $(0, -1)$ 4. $D_f = R$ $R_f = (-2, \infty)$

30. กำหนดให้

$$f(x) = \begin{cases} 2 & , x < 1 \\ \frac{3x}{7-x} & , 1 \leq x \leq 4 \\ 0 & , x > 4 \end{cases}$$

แล้ว $f(4) - f(7)$ คือข้อใดต่อไปนี้

1. 0 2. 2 3. 3 4. 4

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบข้อต้นัย มีจำนวน 4 ข้อ แต่ละข้อจะมีคำถามย่อย 3 ข้อ การตอบคำถามในแต่ละข้อย่อยให้นักเรียนปฏิบัติ ดังนี้

ข้อย่อยที่ 1) ให้นักเรียนระบุถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในรูปของทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม หรือสมบัติทางคณิตศาสตร์

ข้อย่อยที่ 2) ให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้กับแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยอธิบายแนวทาง/วิธีการ/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ที่ระบุในข้อย่อยที่ 1

ข้อย่อยที่ 3) ให้นักเรียนนำแนวทางการแก้ปัญหาที่ระบุในข้อย่อยที่ 2 ไปใช้ในการหาคำตอบที่ถูกต้อง โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

2. แบบทดสอบนี้ใช้เวลา 50 นาที

3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ – นามสกุล ห้อง และเลขที่ในแบบทดสอบฉบับนี้ทุกหน้า

4. แบบทดสอบฉบับนี้ มีคะแนนเต็มข้อละ 10 คะแนน โดยพิจารณาจากความถูกต้องของแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งการให้คะแนนแต่ละขั้นตอนเป็นอิสระต่อกัน

5. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบฉบับนี้ทุกข้อ ตอบคำถามและแสดงวิธีทำอย่างเต็มความสามารถ

6. หากมีปัญหาใด ๆ โปรดสอบถามอาจารย์ผู้คุมสอบ

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

3. กำหนด $x + y = 60$ จงหาค่าสูงสุดของ xy

จงอ่านโจทย์ แล้วตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

3.1 หากจะแก้ปัญหา นักเรียนต้องใช้ความรู้เรื่องใดบ้าง โดยระบุมาในรูปทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม หรือสมบัติทางคณิตศาสตร์

[illegible]

3.2 จงอธิบายแนวทาง/วิธีการ/ขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ

3.1

[illegible]

3.3 จงแสดงวิธีหาคำตอบ ตามที่ระบุไว้ในข้อที่ 3.2

[illegible]

ภาคผนวก จ

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน
ที่เลือกเป็นนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 21 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของนักเรียนกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม

กลุ่ม	n	M	S.D.	t	p-value
ทดลอง 1	36	67.61	10.56	.470	.64
ทดลอง 2	36	66.47	10.41		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 21 แสดงให้เห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = .470$, $p = .64$)

นอกจากนี้เพื่อความแปรปรวนที่เกิดจากระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่เป็นตัวแปรอิสระในการทดลองมากที่สุด ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ของผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ โดยใช้สถิติทดสอบความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) ผลการทดสอบ พบว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทำการทดสอบรายคู่ภายหลังพบว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับสูงมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่าผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับปานกลางและต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับปานกลางมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่าผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 22

ตาราง 22 ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ ของผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง
และกลุ่มต่ำ

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p-value
Between Groups	7228.843	2	3614.422	281.281	.000
Within Groups	938.038	73	12.850		
Total	8166.882	75			

Leven's Test of Homogeneity of Variance: $F = .059$ $df1=2$ $df2=73$ $p=.809$

แสดงว่าไม่มีการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นของ ANOVA

LSD	Mean Difference	p-value
สูง*ปานกลาง	11.600*	.000
สูง*ต่ำ	23.807*	.000
ปานกลาง*ต่ำ	12.207*	.000

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างการใช้แบบบันทึกการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล และแบบกลุ่ม

1. สรุปสาระสำคัญที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียน อธิบายให้ชัดเจน
 ข้อความ: $x^2 \geq 0$ เมื่อ x เป็นจำนวนจริง และ a เป็นจำนวนลบ a บวกกับ a ส่วนลบจะไม่เท่ากับ 0
 หลัก: $x^2 \geq 0$ $x \in \mathbb{R}$ และ a เป็นจำนวนลบ a บวกกับ a ส่วนลบจะไม่เท่ากับ 0

2. บอกจุดเด่นของตนเองในการเรียน หรือในภาระงานที่ได้รับมอบหมาย อธิบายให้ชัดเจน
 ได้คะแนน และ เกรดสูง ความสนใจใฝ่รู้เกี่ยวกับส่วนประกอบได้

3. นักเรียนเข้าใจเรื่องโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ระดับใด
☐ เข้าใจอย่างชัดเจนแล้ว ☐ เข้าใจเกือบชัดเจน
☒ เข้าใจ ☐ ไม่เข้าใจเลย

กรณีที่ยังไม่เข้าใจอย่างชัดเจน ให้นักเรียนระบุสิ่งที่อยากให้ครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนเข้าใจ

4. ให้นักเรียนระบุสิ่งที่นักเรียนคิดว่าจะต้องทำต่อไป หรือแนวทางในการพัฒนาในการเรียนรู้ครั้งต่อไป อธิบายให้ชัดเจน
 ... ค้นหา ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

ภาพที่ 2 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลส่วนที่ 1 ของนักเรียน

จากภาพที่ 2 พบว่า ในข้อที่ 1 นักเรียนสามารถสรุปสาระสำคัญของเนื้อหาที่เรียนได้ โดยบอกหลักการของการหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบบอกเงื่อนไขได้ แต่ไม่ได้บอกความหมายของโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ อาจเป็นไปได้ว่านักเรียนเข้าใจความหมายของโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แล้ว ซึ่งสัมพันธ์กับข้อที่ 3 และข้อที่ 2 จุดเด่นของนักเรียนคือการหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์จากกราฟ ส่วนข้อที่ 4 แนวทางในการพัฒนาของนักเรียนยังไม่ชัดเจน เป็นการบอกอย่างกว้าง ๆ

ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลส่วนที่ 2 สำหรับครู (การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคล)

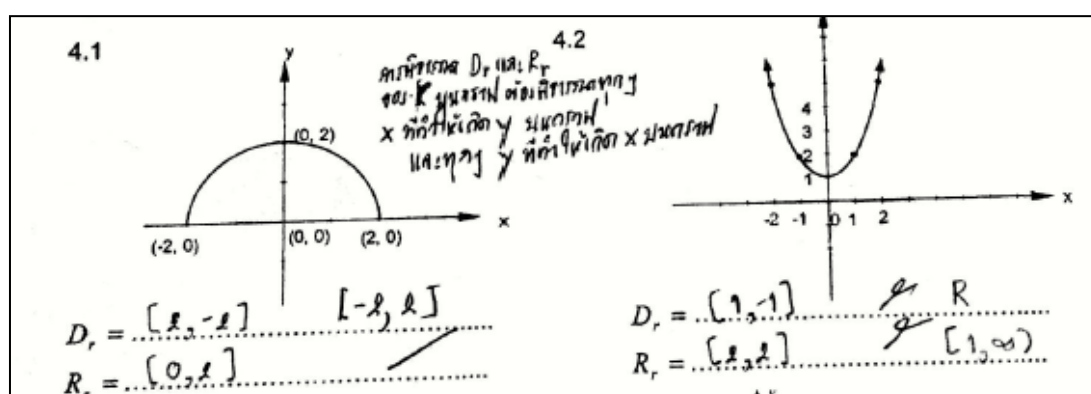
$D_r = \{0, 1\}$ $R_r = \{0, 1\}$
 2.2 $r = \{(x, y) \in B \times B \mid x - y = 1\}$
 $r = \{(3, 2), (4, 3), (5, 4)\}$
 $\leftarrow D_r = \{2, 3, 4, 5\}$ $R_r = \{3, 4, 5\}$
 2.3 $r = \{(x, y) \in A \times B \mid y \leq x + 1\}$
 $r = \{(1, 2), (2, 2), (2, 3), (3, 3)\}$
 $D_r = \{1, 2, 3\}$ $R_r = \{2, 3\}$

โดเมน คือ เซตของสมาชิกที่นำตัวของพจน์ซ้ายไปหาตัว
เรนจ์ คือ เซตของสมาชิกที่นำตัวของพจน์ขวาไปหาตัว

ภาพที่ 3 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคลในแบบฝึกหัดแต่ละข้อ
(เรื่องโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์)

3.2 $r = \{(x, y) \mid y = x^2 - 1\}$
 $D_r = \text{ใน } x$ $R_r = \text{ใน } y$
 $y = x^2 - 1$ $y + 1 = x^2$
 $1) x = 0 \Rightarrow y = 0^2 - 1 = -1$
 $D_r = R$
 $(-1, \infty)$
 $1) x = 3 \Rightarrow y = 3^2 - 1 = 8$
 $R_r = R$
 เปรียบเทียบเส้นกราฟกับ กราฟค่า y ที่ทำให้ได้ x
 และ x เป็นจริงตามเงื่อนไข และจาก $y = x^2 - 1$
 $x^2 \geq 0$ $\therefore y = x^2 - 1$ $\therefore y \geq -1$
 $x^2 - 1 \geq -1$ $\therefore y \geq -1$

ภาพที่ 4 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคลในแบบฝึกหัดแต่ละข้อ
(เรื่องโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์)



ภาพที่ 5 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคลในแบบฝึกหัดแต่ละข้อ
(เรื่องโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์)

ส่วนที่ 2 สำหรับครู (การให้ข้อมูลย้อนกลับของครู)

สิ่งที่นักเรียนทำได้ดีแล้ว

- นักเรียนสามารถโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบฟังก์ชันจากแบบฝึกหัดได้
- นักเรียนสามารถหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบฟังก์ชันจากเงื่อนไขที่กำหนด
- นักเรียนสามารถหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบฟังก์ชันจากเงื่อนไขที่กำหนด

สิ่งที่นักเรียนจะต้องทำต่อไป

- การหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบฟังก์ชันจากแบบฝึกหัด
- นักเรียนควรหาค่า x และ y จากค่าที่กำหนดให้ แล้วหาค่า x และ y ที่ให้ในกราฟ
- การหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบฟังก์ชันจากแบบฝึกหัด
- การหาโดเมน นักเรียนควรหาค่า x ทั้งหมดบนแกน x ที่ใช้ในการเขียนกราฟ (ค่า x ที่กำหนด)
- การหาเรนจ์ นักเรียนควรหาค่า y ทั้งหมดบนแกน y ที่ใช้ในการเขียนกราฟ (ค่า y ที่กำหนด)

ภาพที่ 6 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคลในภาพรวมของการทำแบบฝึกหัด (เรื่องโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์)

ส่วนที่ 2 สำหรับครู (การให้ข้อมูลย้อนกลับของครู)

สิ่งที่นักเรียนทำได้ดีแล้ว

- นักเรียนสามารถหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบฟังก์ชันจากแบบฝึกหัดได้
- นักเรียนสามารถหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบฟังก์ชันจากแบบฝึกหัดได้
- นักเรียนสามารถหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบฟังก์ชันจากแบบฝึกหัดได้

สิ่งที่นักเรียนจะต้องทำต่อไป

- การหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์แบบฟังก์ชันจากแบบฝึกหัด
- นักเรียนควรหาค่า x ทั้งหมดบนแกน x ที่ใช้ในการเขียนกราฟ (ค่า x ที่กำหนด)
- นักเรียนควรหาค่า y ทั้งหมดบนแกน y ที่ใช้ในการเขียนกราฟ (ค่า y ที่กำหนด)
- นักเรียนควรหาค่า x และ y ที่ให้ในกราฟ

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบรายบุคคลในภาพรวมของการทำแบบฝึกหัด (เรื่องโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์)

ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลส่วนที่ 2 สำหรับนักเรียน (การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบกลุ่ม)

ส่วนที่ 2 สำหรับนักเรียน (บันทึกข้อมูลย้อนกลับที่ได้จากครูพร้อมกันทั้งชั้นเรียน) สิ่งที่นักเรียนทำได้ดีแล้ว ภาพที่ 8.10 บันทึกข้อมูลย้อนกลับที่ได้จากครูพร้อมกันทั้งชั้นเรียน	
สิ่งที่นักเรียนจะต้องทำต่อไป ครูได้ให้โจทย์มาว่า x และ y ไม่สามารถหาค่าได้เหมือนกัน และพบว่าโจทย์มีเงื่อนไข $A = \{-1, 0, 1\}$ และ $B = \{-1, 2, 3\}$ $r = \{(x, y) \in A \times B \mid y = 2x\}$ $x \in A$ $y \in B$ $x = -1$ $y = 2(-1) = -2$ แต่ $-2 \notin B$ $x = 0$ $y = 2(0) = 0$ แต่ $0 \notin B$ $x = 1$ $y = 2(1) = 2$ แต่ $2 \notin B$ $\therefore r = \{(1, 2)\}$ $R_1 = \{1\}$ $R_2 = \{2\}$	
ครูได้ให้โจทย์มาว่า x และ y ไม่สามารถหาค่าได้เหมือนกัน และพบว่าโจทย์มีเงื่อนไข $A = \{-1, 0, 1\}$ และ $B = \{-1, 2, 3\}$ $r = \{(x, y) \in A \times B \mid y = 2x\}$ $x \in A$ $y \in B$ $x = -1$ $y = 2(-1) = -2$ แต่ $-2 \notin B$ $x = 0$ $y = 2(0) = 0$ แต่ $0 \notin B$ $x = 1$ $y = 2(1) = 2$ แต่ $2 \notin B$ $\therefore r = \{(1, 2)\}$ $R_1 = \{1\}$ $R_2 = \{2\}$	

ภาพที่ 8 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลย้อนกลับที่ได้จากครูพร้อมกันทั้งชั้นเรียน

จากภาพที่ 8 พบว่า นักเรียนสามารถบันทึกรายละเอียดข้อมูลย้อนกลับได้อย่างครบถ้วน

ส่วนที่ 2 สำหรับนักเรียน (บันทึกข้อมูลย้อนกลับที่ได้จากครูพร้อมกันทั้งชั้นเรียน) สิ่งที่นักเรียนทำได้ดีแล้ว ภาพที่ 8.11 บันทึกข้อมูลย้อนกลับที่ได้จากครูพร้อมกันทั้งชั้นเรียน	
สิ่งที่นักเรียนจะต้องทำต่อไป ครูได้ให้โจทย์มาว่า x และ y ไม่สามารถหาค่าได้เหมือนกัน และพบว่าโจทย์มีเงื่อนไข $A = \{-1, 0, 1\}$ และ $B = \{-1, 2, 3\}$ $r = \{(x, y) \in A \times B \mid y = 2x\}$ $x \in A$ $y \in B$ $x = -1$ $y = 2(-1) = -2$ แต่ $-2 \notin B$ $x = 0$ $y = 2(0) = 0$ แต่ $0 \notin B$ $x = 1$ $y = 2(1) = 2$ แต่ $2 \notin B$ $\therefore r = \{(1, 2)\}$ $R_1 = \{1\}$ $R_2 = \{2\}$	
ครูได้ให้โจทย์มาว่า x และ y ไม่สามารถหาค่าได้เหมือนกัน และพบว่าโจทย์มีเงื่อนไข $A = \{-1, 0, 1\}$ และ $B = \{-1, 2, 3\}$ $r = \{(x, y) \in A \times B \mid y = 2x\}$ $x \in A$ $y \in B$ $x = -1$ $y = 2(-1) = -2$ แต่ $-2 \notin B$ $x = 0$ $y = 2(0) = 0$ แต่ $0 \notin B$ $x = 1$ $y = 2(1) = 2$ แต่ $2 \notin B$ $\therefore r = \{(1, 2)\}$ $R_1 = \{1\}$ $R_2 = \{2\}$	

ภาพที่ 9 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลย้อนกลับที่ได้จากครูพร้อมกันทั้งชั้นเรียน

จากภาพที่ 9 พบว่า นักเรียนบันทึกรายละเอียดของข้อมูลย้อนกลับยังไม่ครบถ้วน ขาด
หลักการในการหาโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ที่อยู่ในรูปกราฟ

ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลส่วนที่ 3 สำหรับนักเรียน (หลังได้รับการให้ข้อมูลย้อนกลับ)

ส่วนที่ 3 สำหรับนักเรียน (หลังได้รับข้อมูลย้อนกลับ) *ฉันจะเปลี่ยนใจ*

บอกสิ่งที่นักเรียนจะทำตอนนี้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ อธิบายให้ชัดเจน

ฉันจะจดจำบทเรียน และอ่านซ้ำๆ ตลอดเวลา เพื่อให้ได้คะแนนสูงๆ ในการสอบ และฉันจะถามคุณครูถ้าฉันยังไม่เข้าใจ

ภาพที่ 10 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลส่วนที่ 3 ของนักเรียน

จากภาพที่ 10 พบว่า นักเรียนสามารถบันทึกสิ่งที่นักเรียนจะทำได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับข้อมูลย้อนกลับที่นักเรียนได้รับ และนำไปสู่เป้าหมายการเรียนรู้

ส่วนที่ 3 สำหรับนักเรียน (หลังได้รับข้อมูลย้อนกลับ)

บอกสิ่งที่นักเรียนจะทำตอนนี้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ อธิบายให้ชัดเจน

ฉันจะตั้งใจ

ภาพที่ 11 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลส่วนที่ 3 ของนักเรียน

จากภาพที่ 11 พบว่า นักเรียนบันทึกสิ่งที่นักเรียนจะทำอย่างกว้าง ๆ ไม่ชัดเจน ไม่ชี้้นำให้เห็นว่านักเรียนใช้ประโยชน์จากข้อมูลย้อนกลับที่ได้รับ

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวภัสสร สมเกียรติยศ
วันเดือนปีเกิด	28 พฤศจิกายน 2532
สถานที่เกิด	จังหวัดนครพนม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	66 หมู่ 3 ตำบลพนอม อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม 48120
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	30 หมู่ 6 โรงเรียนนุเทพพัฒนา อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม 48120
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2551	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม
พ.ศ. 2556	ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) คณิตศาสตร์ สาขามัธยมศึกษาวิทยาศาสตร์ จาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2561	ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ (แขนงวิชาการทดสอบและวัดผลการศึกษา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ